www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Jaargang 19, 1957, no. 5 blz. 149-184 Verschenen 26 juli 1957

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUKTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

EEN BREDEBANDVERSTERKER MET SCHIJFTRIODE VOOR 4000 MHz

door J. P. M. GIELES. 621.375.2.029.6:621.385.3.029.6

Hoewel voor gebruik als versterker bij zeer hoge frequenties de laatste jaren verschillende bijzondere buistypen zijn ontwikkeld, zoals lopendegolfbuizen en klystrons, neemt de oudste versterkbuis, de triode, hier nog steeds een belangrijke plaats in. In aansluiting op een eerder verschenen artikel, waarin de constructie van de tot 4000 MHz bruikbare schijftriode EC 57 beschreven werd, volgt hier een beschrijving van een versterker die o.a. wordt gebruikt in het in Nederland in opbouw zijnde straalzendernet voor televisie, in welke versterker deze buis is toegepast.

Inleiding

Overal ter wereld is men reeds gedurende enkele jaren bezig met het tot stand brengen van straalzenderverbindingen, die zijn bedoeld voor relayering van draaggolftelefonie en televisie. Voor dergelijke verbindingen is bij internationale overeenkomst o.a. een frequentieband van 3800 tot 4200 MHz gereserveerd (golflengte ongeveer $7\frac{1}{2}$ cm). Deze frequenties zijn enerzijds hoog genoeg om met niet al te grote reflectoren een bevredigend richteffect te kunnen verkrijgen, en anderzijds niet zo hoog dat bij ongunstige weersomstandigheden een ontoelaatbaar sterk sluiereffect kan optreden. In dit artikel zullen wij een versterker beschrijven die is ontwikkeld voor het genoemde frequentiegebied. In deze versterker, die o.a. wordt toegepast bij het in Nederland in opbouw zijnde straalzendernet voor televisie, kunnen twee types buizen worden gebruikt, nl. de schijftriodes EC 56 en EC 57. Aan de laatstgenoemde buis werd reeds eerder in dit tijdschrift een artikel gewijd [1]). Bij gebruik van deze buis kan de versterker een vermogen van ongeveer 1,5 W leveren. Hoewel dit vermogen kleiner is dan dat wat een andere, reeds eerder beschreven buis, nl. de multireflectiebuis [2]), bij ongeveer dezelfde frequentie levert, is de te beschrijven versterker toch van belang voor bepaalde toepassingsgebieden, die niet voor de multireflectiebuis toegankelijk zijn.

De multireflectiebuis kan nl. uitsluitend als oscillator worden gebruikt. Om deze reden wordt zij b.v. gebruikt in straalzenders met dubbele frequentiemodulatie [3]). Door de betrekkelijk lage frequentie van de hierbij gebruikte hulpdraaggolf kan dit systeem echter niet worden toegepast wanneer, zoals bij televisie, signalen met een zeer brede frequentieband moeten worden overgebracht. In dit geval is men dus aangewezen op enkelvoudige modulatie, en wanneer hierbij zoals gebruikelijk in relais- en eindstations de versterking in hoofdzaak plaatsvindt bij een frequentie die veel lager is dan die van de uit te zenden signalen, zal men de laatstgenoemde frequentie bereiken door middel van een mengtrap. Als zodanig kan men bij centimetergolven een kristaldiode gebruiken. Het hiermede verkregen vermogen (enkele mW) is echter ontoereikend voor het tot stand brengen van een betrouwbare straalzenderverbinding. Men zal dus in dit geval de beschikking moeten hebben over een bij de zendfrequentie werkende versterker.

Versterkers voor microgolven

Alvorens de constructie van een versterker voor centimetergolven te behandelen, willen wij in het kort ingaan op de meest kenmerkende verschillen tussen dergelijke versterkers en die welke bij lagere frequenties worden gebruikt.

Bij frequenties boven ongeveer 500 MHz is het vrijwel onmogelijk trillingskringen te construeren die zijn opgebouwd uit spoelen en condensatoren. Men is

[1]) G. Diemer, K. Rodenhuis en J. G. van Wijngaarden, De EC 57, een schijftriode voor microgolven met L-katode, Philips techn. T. **18**, 321-328, 1956 (no. 11).

[2]) F. Coeterier, De multireflectiebuis, een nieuwe oscillatorbuis voor zeer korte golven, Philips techn. T. **3**, 257-267, 1946.
F. Coeterier, De multireflectiebuis als zendbuis in een straalzenderverbinding, Philips techn. T. **17**, 293-298, 1955.

[3]) Zie C. Ducot, Straalzenders met dubbele frequentiemodulatie, Philips techn. T. **17**, 281-292, 1955.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

gedwongen hier over te gaan tot het gebruik van lechersystemen, en bij frequenties boven ongeveer 2000 MHz, van dooskringen en trilholten. De koppeling tussen de verschillende trappen van een versterker geschiedt in het laatste geval veelal door middel van golfgeleiders (waveguides), met welk feit bij de constructie van de versterker rekening moet worden gehouden.

Bij gebruik van een triode in het gebied der centimetergolven komt alleen de schakeling met geaard rooster in aanmerking. De vrij kleine ingangsweerstand die de buis hierbij vertoont, maakt dat voor de sturing een tamelijk groot vermogen nodig is, welk vermogen aan de ingangszijde door middel van een golfgeleider aan de buis moet worden toegevoerd. Hierbij is het gewenst dat de buis een zoveel mogelijk reflectievrije belasting voor de golfgeleider vormt.

Als anodecircuit komt bij centimetergolven vrijwel uitsluitend een trilholte in aanmerking, welke moet worden gekoppeld met de uitgangsgolfgeleider. Dit circuit moet zodanig zijn gedimensioneerd dat de buis bij de werkfrequentie de gewenste versterking kan geven bij een voldoend grote bandbreedte. Bovendien moet de anodetrilholte afstembaar zijn. Verschillende hierbij optredende problemen worden in het volgende nader behandeld.

Constructie van de versterker

De constructie van de versterker is in schematische vorm in *fig. 1* weergegeven [4]). Het geheel bestaat uit een blok van messing, waarin de ingangs- en uitgangsgolfgeleiders, *E* resp. *B*, zijn uitgespaard. De beide golfgeleiders zijn verbonden door een cilindrisch gat *D*. De buis wordt vanaf de onderzijde door de ingangsgolfgeleider gestoken en met de roosterschijf *G* vastgeschroefd in de bovenwand van *E*. De katodeschijf *F* is voor gelijkstroom geïsoleerd van de onderzijde van de ingangsgolfgeleider. Voor het gebruikte frequentiegebied vormt echter de verbinding tussen deze elementen vrijwel een kortsluiting [5]). De katodedrager *K* steekt dwars door de ingangsgolfgeleider, welke op een afstand *a* van ongeveer een kwart golflengte van het hart van de buis is kortgesloten.

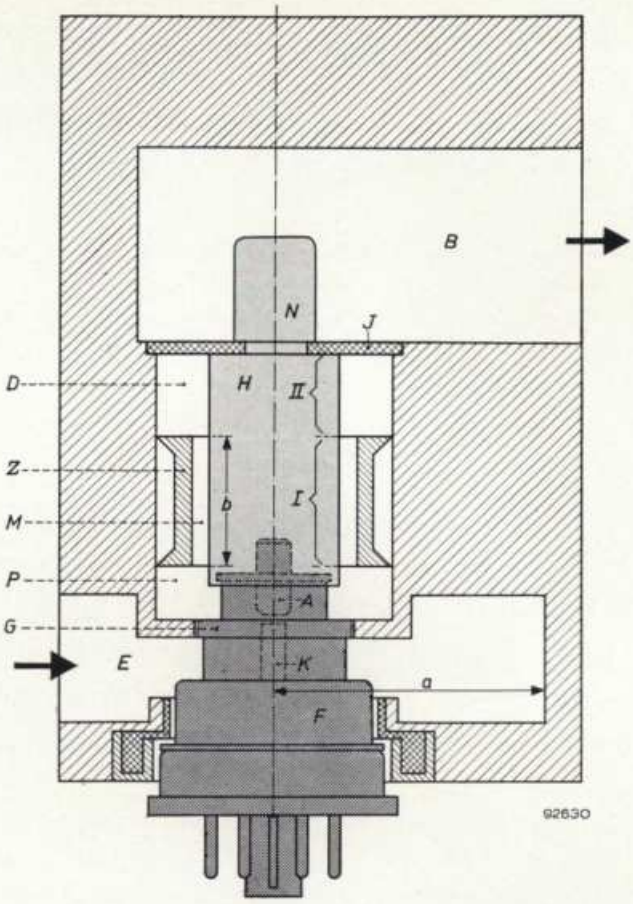


Fig. 1. Vereenvoudigde doorsnede van de versterker. Deze bestaat uit een blok van messing, waarin de ingangs- en uitgangsgolfgeleiders, *E* resp. *B* zijn uitgespaard. Tussen deze golfgeleiders bevindt zich een cilindrisch gat *D*. *G*, *F*, *K* en *A* zijn resp. de roosterschijf, de katodeschijf, de katodedrager en de anode van de schijftriode (EC 56 of EC 57). In de holte *D* bevindt zich een binnengeleider *H*, die wordt gesteund door een schijfje *J* van kunststof en die met een verlengstuk *N* in de golfgeleider *B* reikt. Door middel van de zuiger *Z* wordt de anodetrilholte *P* afgestemd. *M* is de spleet tussen *H* en *Z*. Door *H*, *Z* en de wand van de holte *D* worden twee coaxiale leidingen gevormd, die met *I* en *II* zijn aangeduid. De pijlen geven de richting aan waarin het onversterkte vermogen de versterker binnenkomt, resp. het versterkte vermogen de versterker verlaat.

In de cilindrische holte *D* bevindt zich een binnengeleider *H*, die aan de bovenzijde wordt gesteund door een schijfje *J* van een kunststof (polytetrafluorethyleen) en aan de onderzijde verend contact maakt met de anodeschijf. In de holte *D* is verder nog een verschuifbare „zuiger" *Z* aangebracht, die contact maakt met de wand van *D* doch niet met de binnengeleider *H*. Deze zuiger vormt dus met het gedeelte van *H* dat hij omvat, een coaxiale leiding, waarvan de lengte *b* ongeveer een kwart golflengte bedraagt. We zullen deze coaxiale leiding in het hierna volgende aanduiden met *I*. Doordat de spleet *M* tussen *Z* en *H* vrij nauw is, is de golfweerstand van de leiding *I* klein.

Het gedeelte van de binnengeleider dat zich boven de zuiger bevindt, vormt met de wand

---

[4]) Een soortgelijke versterker werd ook reeds beschreven door A. E. Bowen en W. W. Mumford, A new microwave triode: its performance as a modulator and as an amplifier, Bell Syst. tech. J. **29**, 531-552, 1950.

[5]) Een dergelijke koppeling staat bekend als een „choke-koppeling"; zie b.v. G. L. Ragan, Microwave transmission circuits, Radiation Laboratory Series, no. 9, McGraw-Hill, New York 1948.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van de holte D eveneens een coaxiale leiding, die we met II zullen aanduiden. De golfweerstand hiervan is groter dan die van de leiding I. De binnengeleider H heeft aan de bovenzijde een verlengstuk N, dat in de uitgangsgolfgeleider B steekt. De afmetingen van dit gedeelte zijn zodanig gekozen dat zijn stralingsweerstand in een breed frequentiegebied gelijk is aan de golfweerstand van de coaxiale leiding II. Indien nu de golfgeleider B reflectievrij is afgesloten, is dit ook het geval met de bovenzijde van de coaxiale leiding II.

Aan de onderzijde van de zuiger is een trilholte P gevormd, waarin de rooster-anodecapaciteit van de buis is opgenomen. Deze trilholte is aan de bovenzijde onderbroken door het ondereinde van de spleet M. De coaxiale leiding I werkt nu als een kwartgolflengtetransformator, die aan de bovenzijde is afgesloten met de golfweerstand van de coaxiale leiding II. De ingangsweerstand aan de onderzijde van deze transformator is dus zeer klein (ongeveer 0,5 Ω). Deze weerstand vormt de belasting van de anodetrilholte P. Door het verschuiven van de zuiger Z kan de trilholte P worden afgestemd. (Doordat de coaxiale leiding II reflectievrij is afgesloten, verandert hierbij de belastingsweerstand van de trilholte niet.)

De anodespanning wordt aan de buis toegevoerd via een draad, die van N zoveel mogelijk loodrecht op de elektrische krachtlijnen naar de wand van de golfgeleider loopt en hier via een schijfcondensator naar buiten is gevoerd (zie Y in fig. 12).

Het ingangscircuit

Bij een frequentie van 4000 MHz is de ingangsimpedantie van de in de versterker geplaatste buis ongeveer een reactantievrije weerstand, met een waarde die vrijwel overeenkomt met de weerstand die ter plaatse van de buis nodig is om de golfgeleider E reflectievrij af te sluiten.

Bij een reflectievrije afsluiting treedt in de golfgeleider een staandegolfverhouding 1 op. Met een bepaalde buis is dit echter niet bij alle frequenties in het gewenste frequentiegebied zonder meer te verwezenlijken. In *fig. 2* is als voorbeeld de staandegolfverhouding in de golfgeleider E uitgezet als functie van de frequentie. Uit deze figuur blijkt dat de ingangszijde van de buis zich ongeveer gedraagt als een afgestemde trillingskring.

Bij lage frequenties is de ingangsweerstand van een triode in roosterbasisschakeling ongeveer gelijk aan de reciproke waarde van de steilheid. Daar bij de EC 57 deze laatste ca. 20 mA/V bedraagt, zou de ingangsweerstand 50 Ω zijn. Zoals in het aangehaalde artikel [1]) is uiteengezet, is bij een frequentie van 4000 MHz de steilheid ongeveer 30% lager dan de statische, zodat de ingangsweerstand dan 70 Ω zou bedragen. We moeten er echter rekening mee houden dat dit de ingangsweerstand is die zich direct tussen rooster en katode bevindt. Bij de hier

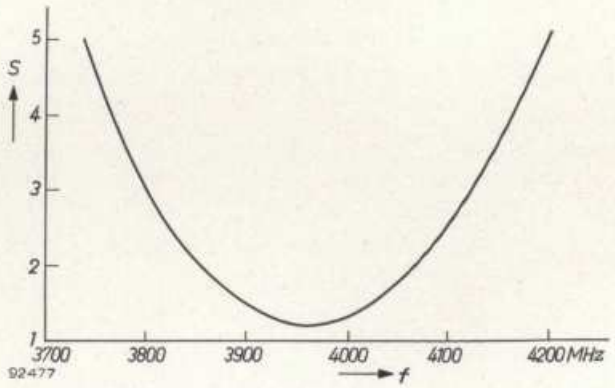


Fig. 2. Staandegolfverhouding S in de ingangsgolfgeleider als functie van de frequentie f.

beschouwde hoge frequenties heeft de vervangweerstand van de buis tussen katodeschijf en roosterschijf een andere waarde, omdat de invloed van zelfinducties en onderlinge capaciteiten van de elektrodes niet mag worden verwaarloosd. In *fig. 3* is een vervangschema getekend voor de ingangsimpedantie van de buis. Hierin is R_{gk} de ingangsweerstand, direct gemeten tussen rooster en katode, en C_{gk} de capaciteit tussen deze elektrodes, terwijl L_k de zelfinductie is van de katodedrager en de katodeschijf. Parallel met dit geheel bevindt zich de capaciteit C_d tussen roosterschijf en katodeschijf. Door een eenvoudige berekening is aan te tonen dat bij een frequentie van 4000 MHz de vervangweerstand van dit geheel ongeveer een reactantievrije weerstand van 400 Ω is, wat vrijwel overeenkomt met de golfweerstand van de golfgeleider.

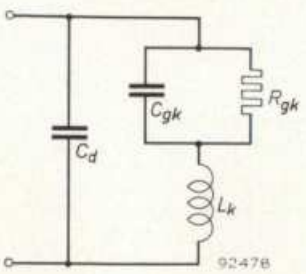


Fig. 3. Vervangschema van het ingangscircuit van de buis. R_{gk} ingangsweerstand tussen rooster en katode, C_{gk} capaciteit tussen deze elektrodes; L_k zelfinductie van katodedrager en katodeschijf; C_d capaciteit tussen roosterschijf en katodeschijf.

Om met verschillende buisexemplaren de frequentie waarbij de ingangszijde van de buis reflectievrij aan de golfgeleider is aangepast, op iedere gewenste plaats in het te bestrijken frequentiegebied te kunnen leggen, zijn in de golfgeleider op twee plaatsen variabele reactieve elementen aangebracht, die niet in fig. 1 zijn weergegeven, doch afzonderlijk

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

in *fig. 4a* zijn geschetst. Ieder van deze elementen bestaat uit een op de hartlijn van de golfgeleider in de bovenwand aangebrachte schroef S en een buiten de hartlijn geplaatste pen T, die van boven- tot onderwand reikt. In de golfgeleider E zijn twee van dergelijke combinaties opgesteld op een onderlinge afstand d van ongeveer een kwart golflengte.

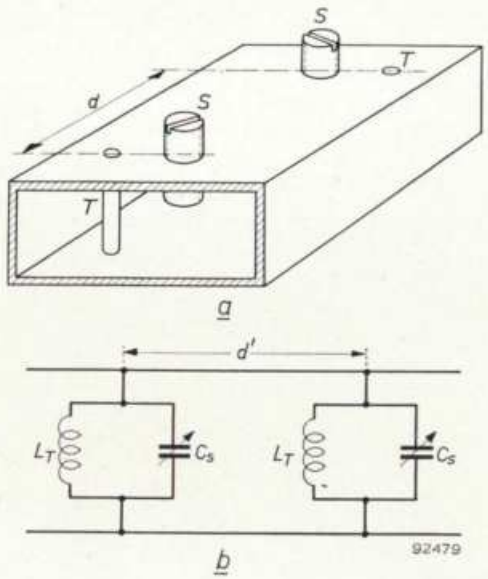


Fig. 4. *a*) In de ingangsgolfgeleider zijn twee variabele reactieve elementen geplaatst, die ieder bestaan uit een schroef S en een pen T. De afstand d is ongeveer een kwart golflengte.
b) Schema waarvan de elektrische eigenschappen overeenkomen met die van fig. 4*a*. C_S en L_T zijn resp. de „capaciteit" van de schroeven S en de „zelfinductie" van de pennen T. De afstand d' is ongeveer een kwart golflengte.

Met behulp van de theorie van de voortplanting van elektromagnetische golven in golfgeleiders kan worden aangetoond dat een pen zoals met T is aangegeven, op deze golven een zelfde effect heeft als door een spoel die tussen de beide draden van een paralleldraadleiding is aangebracht, wordt uitgeoefend op de golven die zich langs deze leiding voortplanten. De zelfinductie van deze spoel hangt af van de plaats en de dikte van de pen. Een niet geheel tot de overstaande wand doorlopende pen, dus ook een schroef, zoals met S is aangegeven, vertoont echter overeenkomst met een tussen de draden van een paralleldraadleiding geschakelde condensator. De capaciteit van deze condensator is afhankelijk van de diepte tot welke de schroef in de golfgeleider reikt. De combinatie van S en T is dus vergelijkbaar met een trillingskring tussen de geleiders van een paralleldraadleiding. In fig. 4*b* is een elektrisch equivalent schema getekend, waarbij de golfgeleider is vervangen door een paralleldraadleiding. De beide condensatoren (d.w.z. de schroeven S) kunnen zodanig worden ingesteld dat de kringen een capacitieve of wel een inductieve impedantie hebben, en het is mogelijk hiermede bij tamelijk sterk wisselende grootte van de ingangsimpedantie van de buis en bij verschillende frequenties een reflectievrije afsluiting van de golfgeleider E te verkrijgen.

De beide reactieve elementen geven weliswaar de mogelijkheid om onder alle in de praktijk voorkomende omstandigheden de buis reflectievrij op de ingangsgolfgeleider E aan te sluiten, doch zij verkleinen tevens de bandbreedte waarbinnen, aan weerszijden van de frequentie waarbij de instelling heeft plaats gehad, een voldoend kleine reflectie optreedt. Deze bandbreedte blijkt echter toch nog veel groter te zijn dan die van het anodecircuit. De totale bandbreedte van de versterker wordt dan ook in hoofdzaak bepaald door het laatstgenoemde circuit.

Het anodecircuit

Om de frequentiekarakteristiek over een voldoend groot frequentiegebied vlak te doen verlopen, zou de trilholte P (zie fig. 1) zeer sterk moeten worden gedempt. Hierdoor zou de resonantieweerstand zo klein worden dat geen versterking zou kunnen worden verkregen. Een middel dat kan worden toegepast om een voldoend grote versterking over een groter frequentiegebied te verkrijgen, is in principe welbekend. Bij lagere frequenties past men hiertoe algemeen een bandfilter toe, dat bestaat uit een combinatie van twee met elkaar gekoppelde trillingskringen. Constructief zou het tamelijk moeilijk zijn om in de nabijheid van de trilholte P een tweede trilholte aan te brengen, die direct met P is gekoppeld, vooral omdat deze beide trilholten afstembaar moeten zijn. In de techniek der zeer hoge frequenties heeft men echter de mogelijkheid om trillingskringen die met elkaar gekoppeld moeten zijn, op enige afstand van elkaar op te stellen en de koppeling tot stand te brengen met behulp van een transmissiesysteem, dat kan bestaan uit een coaxiale leiding, een paralleldraadleiding, een golfgeleider of een combinatie hiervan. Van deze mogelijkheid is in het onderhavige geval gebruik gemaakt. De tweede trillingskring is aangebracht in de golfgeleider B, en wel bestaat deze uit een „zelfinductie", die wordt gevormd door twee tussen boven en onderwand aangebrachte pennen T_i, en een „capaciteit", die bestaat uit een in de bovenwand geplaatste schroef S_i (zie *fig. 5*). In overeenstemming met de hiervoor in het Engels gebruikelijke benaming (resonant iris) zullen we deze kring in het vervolg aanduiden als een „*iris*" [6]). De plaats waar deze iris is opgesteld, is zodanig gekozen dat het systeem gelegen tussen de bovenzijde

[6]) De reden hiervoor is dat een dergelijk reflecterend element in een golfgeleider een zelfde effect heeft als een geleidend plaatje waarin zich een gat bevindt; zie b.v.: C. G. Montgomery, R. H. Dicke en E. M. Purcell, Principles of microwave circuits, Radiation Laboratory Series, no. 8, McGraw-Hill, New York 1948, hoofdstuk 6.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van de zuiger Z en de iris, voor de voortplanting van golven elektrisch equivalent is met een leiding die een kwart golflengte lang is.

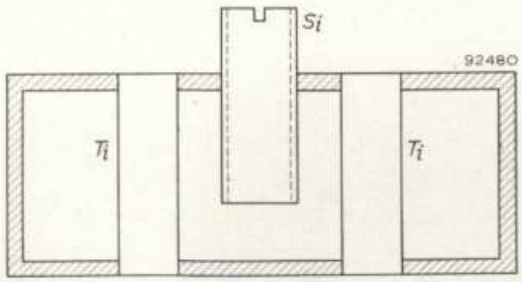


Fig. 5. In de uitgangsgolfgeleider is een „iris" geplaatst, die bestaat uit een schroef S_i en twee pennen T_i.

In *fig. 6a* is een vervangschema getekend voor het gehele anodecircuit. Hierin zijn C_a en L_a de capaciteit en de zelfinductie van de trilholte P. De buis is voorgesteld door een spanningsbron V_a in serie met de kring L_a, C_a. (De dempende invloed van de inwendige weerstand van de buis op de trilholte kan hier buiten beschouwing worden gelaten.) Met de door

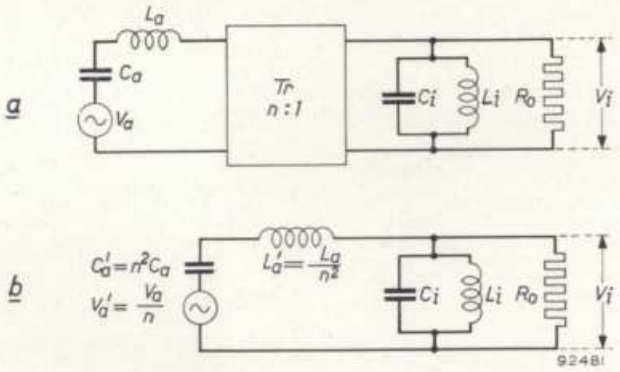


Fig. 6. *a*) Vervangschema waarin de buis is voorgesteld door een spanningsbron V_a. L_a en C_a zijn resp. de zelfinductie en de capaciteit van de anodetrilholte, terwijl L_i en C_i deze zelfde grootheden van de iris voorstellen. De iris wordt gedempt door de golfweerstand R_0 van de uitgangsgolfgeleider. Het transmissiesysteem tussen trilholte en iris is voorgesteld door een transformator Tr met een transformatieverhouding n.
b) Het links van L_i, C_i gelegen gedeelte is te vervangen door een spanningsbron V_a' in serie met een condensator C_a' en een spoel L_a'.

L_i en C_i gevormde trillingskring is de in fig. 5 geschetste iris bedoeld. Deze kring wordt gedempt door de golfweerstand R_0 van de golfgeleider B. De verbinding tussen beide kringen, die in werkelijkheid bestaat uit de coaxiale leiding I (zie fig. 1), de coaxiale leiding II, het verlengstuk N van de binnengeleider H en de uitgangsgolfgeleider B, is in fig. 6*a* voorgesteld door een transformator Tr met een transformatieverhouding n [7]). Wij zullen nu aan de hand van dit schema het verloop berekenen van de spanning V_i wanneer de frequentie van V_a wordt gevarieerd. Hiertoe vervangen wij het links van de kring L_i, C_i gelegen gedeelte van het schema door een spanningsbron $V_a' = V_a/n$ in serie met een condensator met capaciteit $C_a' = n^2 C_a$ en een spoel met zelfinductie $L_a' = L_a/n^2$ (fig. 6*b*). De kring L_a', C_a' is dus afgestemd op dezelfde frequentie als de kring L_a, C_a, dus ook als L_i, C_i. De desbetreffende hoekfrequentie noemen wij ω_0. Verder voeren wij nog de volgende grootheden in:

$Q_a = \dfrac{\omega_0 L_a'}{R_0}$, de kwaliteitsfactor van de kring L_a', C_a' indien de kring L_i, C_i niet aanwezig is. Zoals men gemakkelijk inziet, is dit ook de kwaliteitsfactor van de anodetrilholte als de iris niet is aangebracht.

$Q_i = \dfrac{R_0}{\omega_0 L_i}$, de kwaliteitsfactor van de kring L_i, C_i als deze wordt gedempt door R_0.

$k = \dfrac{Q_i}{Q_a}$, de zg. koppelfactor, op de betekenis waarvan wij hierna nog nader ingaan.

$\beta = \dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}$. Wanneer het verschil $\Delta\omega$ tussen ω en ω_0 klein is ten opzichte van ω_0, kan voor β worden geschreven: $\beta = 2\Delta\omega/\omega_0$.

Voor de verhouding van de spanningen V_i en V_a' kan men nu de volgende vergelijking afleiden:

$$\frac{V_i}{V_a'} = \{1 + (\beta Q_a)^2 (1-2k) + (\beta Q_a)^4 k^2\}^{-1/2}. \quad (1)$$

In *fig. 7* is V_i/V_a' uitgezet als functie van βQ_a voor enkele waarden van k. Voor grote waarden van k vertonen de krommen twee toppen, terwijl voor kleine waarden van k slechts één top optreedt. De overgang tussen deze beide situaties treedt op bij

$$k = \tfrac{1}{2}. \quad (2)$$

De grootheid Q_a is afhankelijk van de transformatieverhouding n, dus van de sterkte van de koppeling tussen de trilholte en de rest van de schakeling. Een kleine waarde van n gaat gepaard met een grote waarde van L_a', dus ook van Q_a. In dit geval is dus k klein. De trilholte is dan los met het overige deel van het anodecircuit gekoppeld. Om deze reden is de

[7]) Deze transformatieverhouding is afhankelijk van de frequentie; het blijkt echter dat een berekening waarbij n in het in aanmerking komende frequentiegebied als constant wordt beschouwd, tot voldoend nauwkeurige resultaten leidt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

grootheid k aangeduid als de koppelfactor. De situatie waarbij $k = \frac{1}{2}$ is, zullen wij aangeven met de naam overgangskoppeling [8]).

Zoals uit fig. 7 blijkt, vertoont de kromme ongeveer bij de door (2) gegeven waarde van k een zo groot mogelijk tamelijk vlak gedeelte, en met het oog op een gelijkmatige versterking in een groot frequentiegebied is het dan ook gewenst het anodecircuit zodanig te dimensioneren dat de overgangskoppeling wordt benaderd. Volgens de definitie van k moet hiertoe de kwaliteitsfactor van de iris de helft zijn van die van de anodetrilholte.

breedte van de iris aan met B_i, dan volgt uit het feit dat de bandbreedte van een kring omgekeerd evenredig is met de kwaliteitsfactor:

$$B_i = 2B_a. \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

In fig. 7 is met B_t de breedte aangegeven van het frequentiegebied aan de randen waarvan de kromme voor $k = \frac{1}{2}$ tot 3 dB beneden de topwaarde is gedaald. Het blijkt dat $B_t = \sqrt{2}B_a$. De „winst" die men verkrijgt door het aanbrengen van de iris, is echter veel groter dan deze factor $\sqrt{2}$. Om de vervorming van de over te brengen signalen binnen

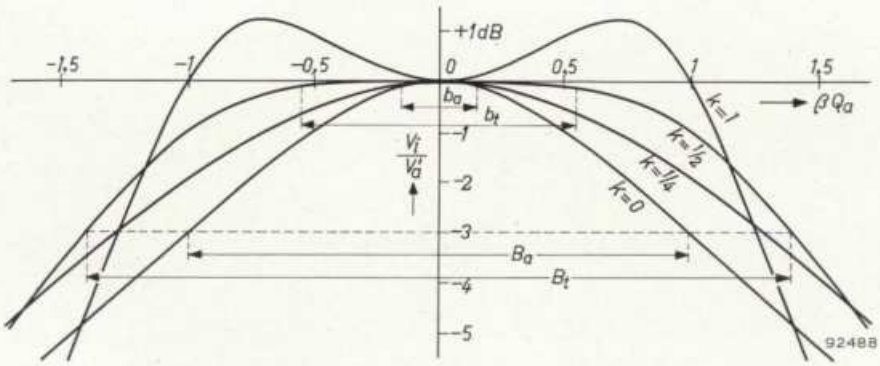


Fig. 7. De spanningsverhouding V_i/V_a' uit fig. 6*b*, uitgezet in dB als functie van het produkt βQ_a. De krommen gelden voor vier verschillende waarden van k. Bij $k = \frac{1}{2}$ treedt de zg. overgangskoppeling („transitional coupling") op.

De kromme uit fig. 7 die geldt voor $k = 0$, geeft de waarde van V_i/V_a' aan voor het geval dat de iris niet aanwezig is (immers $Q_i = 0$ betekent $L_i = \infty$, dus $C_i = 0$). Dit is dus de zg. resonantiekromme van de anodetrilholte afzonderlijk.

Bij afgestemde kringen is het gebruikelijk de kwaliteitsfactor te meten door het bepalen van de breedte van de frequentieband aan de grenzen waarvan de impedantie van de kring een factor $\sqrt{2}$ kleiner is dan de resonantieweerstand. Aan de randen van deze frequentieband is $V_i/V_a' = -3$ dB. Deze bandbreedte van de trilholte is in fig. 7 met B_a aangeduid. Duiden we de overeenkomstige bandtoelaatbare grenzen te houden, kan nl. slechts een veel kleiner frequentiegebied worden gebruikt dan in fig. 7 met B_t is aangegeven. Men eist in de regel dat de versterking aan de grenzen van het gebruikte frequentiegebied maximaal 0,1 dB is gedaald. Wij zullen in het vervolg deze bandbreedte aangeven met een kleine letter b ter onderscheiding van de reeds eerder ingevoerde bandbreedte B. Het zal uit een beschouwing van fig. 7 duidelijk zijn dat in dit opzicht de kromme voor $k = \frac{1}{2}$ aanzienlijk beter is dan die voor $k = 0$. Voor een enkelvoudige kring is

$$b_a = 0{,}15\ B_a.$$

Brengen we nu een overgangskoppeling tot stand tussen deze kring en een tweede kring, waarvan de bandbreedte $2B_a$ is, dan is de resulterende kromme tot 0,1 dB beneden de topwaarde gedaald bij een breedte b_t die is gegeven door:

$$b_t = 0{,}39\ B_t = 0{,}55\ B_a.$$

Door het aanbrengen van de iris is dus de breedte van de frequentieband aan de randen waarvan de versterking slechts 0,1 dB is gedaald, met een factor $0{,}55/0{,}15 = 3{,}7$ vergroot.

[8]) In de Engelse literatuur wordt deze sterkte van de koppeling aangeduid als „transitional coupling", zie b.v. C. B. Aiken, Two-mesh tuned coupled circuit filters, Proc. Inst. Rad. Engrs. **25**, 230-272, 1937. Men verwarre deze aanduiding niet met de kritische koppeling, waarmede bij een bandfilter waarvan beide kringen even sterk zijn gedempt, de koppeling wordt aangeduid die de maximale versterking geeft en waarbij tevens de resonantiekromme nog juist geen twee toppen vertoont. Bij de schakeling van fig. 6*b* beantwoordt de overgangskoppeling wèl aan de situatie waarbij de resonantiekromme nog juist geen twee toppen vertoont, doch hierbij treedt niet de maximale waarde van V_i/V_a' op. Voor $\beta = 0$ volgt uit formule (1) $V_i/V_a' = n\ V_i/V_a = 1$. We zien dus dat V_i/V_a' onafhankelijk van n is, terwijl V_i/V_a omgekeerd evenredig is met n.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Het instellen van de gewenste bandbreedte

Wanneer van een versterker die is geconstrueerd volgens het hierboven aangegeven principe, wordt verlangd dat het frequentiegebied b_t een bepaalde waarde heeft, kan men eenvoudig berekenen hoe groot de bandbreedten B_a en B_i van de anodetrilholte en de iris hiertoe moeten zijn. Immers,

$$B_a = \frac{1}{0{,}55}\, b_t = 1{,}82\, b_t \quad \text{en} \quad B_i = 2\, B_a = 3{,}64\, b_t.$$

Wordt dus b.v. een constante versterking verlangd over een frequentiegebied van 55 MHz, dan dient de bandbreedte B_a van de versterker zonder iris $1{,}82 \times 55 = 100$ MHz te zijn, en de bandbreedte B_i van de iris $3{,}64 \times 55 = 200$ MHz. Om deze laatste bandbreedte op de gewenste waarde in te stellen, is met een afzonderlijk experiment de plaats en de dikte van de pennen T_i (zie fig. 5) vastgesteld.

Hierbij wordt de iris geplaatst in een golfgeleider die aan één zijde reflectievrij is afgesloten en aan de andere zijde is aangesloten aan een energiebron, die ook reflectievrij aan de golfgeleider is aangepast. De iris wordt dan zowel door de belasting als door de energiebron gedempt met een weerstand die gelijk is aan de golfweerstand van de golfgeleider. Een vervangschema, waarbij de impedanties als in één punt geconcentreerd zijn aangegeven, is in *fig. 8* voorgesteld. De kring L_i, C_i wordt nu gedempt door een weerstand $\frac{1}{2}R_0$ en we moeten dus blijkbaar de kring zodanig construeren dat zijn bandbreedte in deze opstelling gelijk is aan $2B_i = 7{,}3\ b_t$, dus in ons geval 400 MHz. Door de keuze van de plaats en de dikte van de pennen T_i (zie fig. 5) kan deze toestand worden verwezenlijkt.

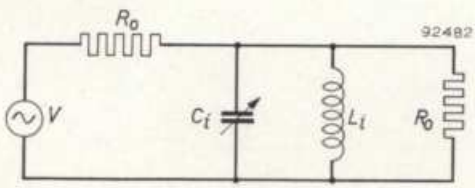


Fig. 8. Vervangschema voor de iris, geplaatst in een reflectievrij afgesloten golfgeleider, welke laatste is aangesloten op een energiebron, die ook reflectievrij aan de golfgeleider is aangepast.

Nadat nu de pennen met de juiste dikte op de juiste plaats in de versterker zijn aangebracht, moeten trilholte en iris op de gewenste centrale frequentie worden afgestemd en bovendien de koppeling zodanig worden ingesteld dat $k = \frac{1}{2}$ is. Afstemming van de trilholte heeft plaats met behulp van de zuiger Z (fig. 1), terwijl de iris met de schroef S_i (fig. 5) wordt afgestemd. Om de koppeling in te stellen, moet de kwaliteitsfactor Q_a van de trilholte worden gevarieerd. Dit geschiedt door verandering van de transformatieverhouding n (zie fig. 6). Hiertoe zou men b.v. de golfweerstand van de kwart golflengte transformator kunnen variëren door verandering van de radiale afmetingen van de spleet M (zie fig. 1). Constructief is dit natuurlijk moeilijk uitvoerbaar, doch voor kleine variaties kan een zelfde effect worden bereikt met een constructie waarbij een reactief element in de golfgeleider is geplaatst op een afstand van een achtste golflengte van de iris. Dit element bestaat wederom uit een pen die boven- en onderwand van de golfgeleider verbindt, en een in de bovenwand aangebrachte schroef. In *fig. 9* is een doorsnede van de

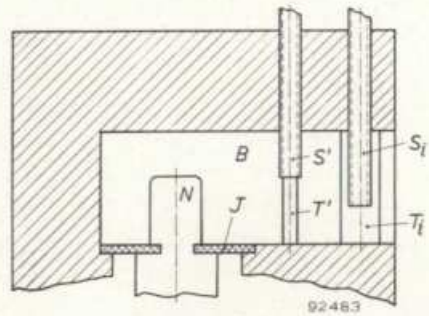


Fig. 9. Doorsnede van de uitgangsgolfgeleider, waarin de iris is aangegeven met S_i, T_i en het reactieve element waarmede de koppeling wordt ingesteld, met S', T'. Voor de betekenis van de letters B, N en J zie fig. 1.

uitgangsgolfgeleider getekend, waarin dit reactieve element bestaat uit de schroef S' en de pen T'. Men kan nu aantonen dat het in- en uitdraaien van S' de transformatieverhouding n van het transmissiesysteem tussen trilholte en iris doet variëren, waardoor V_a', L_a' en dus ook Q_a worden gewijzigd. Daar Q_i hierbij constant blijft, varieert men op deze wijze ook de koppelfactor k. In fig. 7 beïnvloedt men dus zowel de beide schalen als de parameter, waardoor het totale effect van het draaien aan de schroef S' in deze figuur moeilijk is te overzien. Ten einde een beeld te geven van dit effect, is in *fig. 10* voor de buis EC 57 de versterking in dB als functie van de frequentie uitgezet voor enkele waarden van k. Deze figuur geeft een goed beeld van wat gebeurt bij het draaien aan de koppelschroef S'. We zien dat bij afnemende waarde van k de versterking bij de centrale frequentie toeneemt, doch de bandbreedte kleiner wordt. Bij de overgangskoppeling ($k = \frac{1}{2}$) is de versterking bij de centrale frequentie 13 dB.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

De koeling

Bij de in fig. 1 geschetste constructie van de versterker is het anodegedeelte van de buis geheel ingebouwd in de binnengeleider H. Hierdoor is het gevaar niet denkbeeldig dat bij de maximale anodedissipatie van 10 W de anodeschijf te warm wordt. Daarom is in de versterker een voorziening getroffen waardoor koeling van de binnengeleider H mogelijk is.

Een systeem waarbij deze geleider aan de buitenzijde met lucht wordt gekoeld, bleek het bezwaar te hebben dat de zeer nauwe spleet M (zie fig. 1) op den duur door stof werd verstopt, waardoor overslag tussen Z en H optrad. Om deze reden is de binnengeleider H hol uitgevoerd en aan de binnenzijde voorzien van radiale koelribben. In *fig. 11* is een doorsnede van de binnengeleider getekend, waarin de stromingsrichting van de koellucht met pijlen is aangegeven. Door het buisje U van polystyreen wordt de van buiten aangevoerde lucht geleid naar het verlengstuk N van de binnengeleider H. Via de koelribben V stroomt de lucht naar de uitgangsgolfpijp B en vandaar naar buiten. De benodigde hoeveelheid lucht is ongeveer 6 l/min bij een druk van ongeveer 5 cm water.

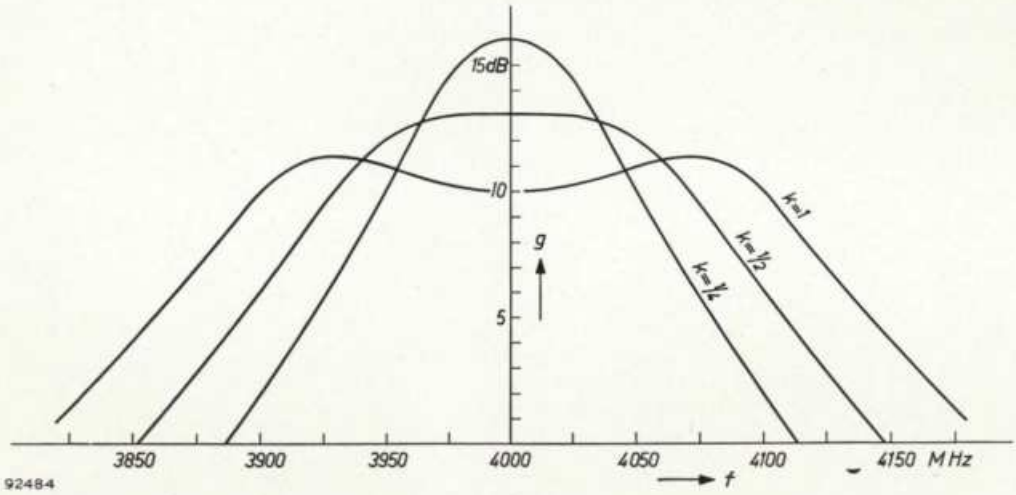


Fig. 10. De versterking die met de buis EC 57 wordt verkregen als de buis is ingesteld op een centrale frequentie van 4000 MHz bij enkele waarden van de koppelfactor k en een bandbreedte B_i van de iris van 200 MHz.

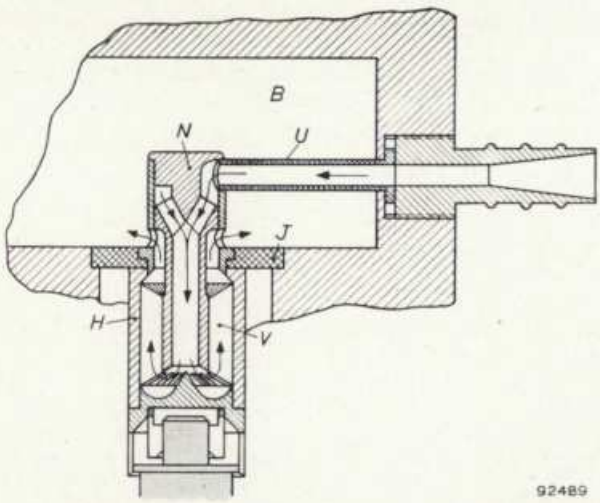


Fig. 11. Het koelsysteem van de versterker. Door het buisje U van polystyreen wordt de koellucht gevoerd naar de koelvinnen V. Voor de betekenis van de letters B, H, J en N zie fig. 1.

De complete versterker

Fig. 12 is een perspectivische schets van de (opengesneden) complete versterker, voorzien van de in het voorgaande beschreven regelorganen, terwijl *fig. 13* een foto van de versterker, gezien van ingangs- en uitgangszijde, toont.

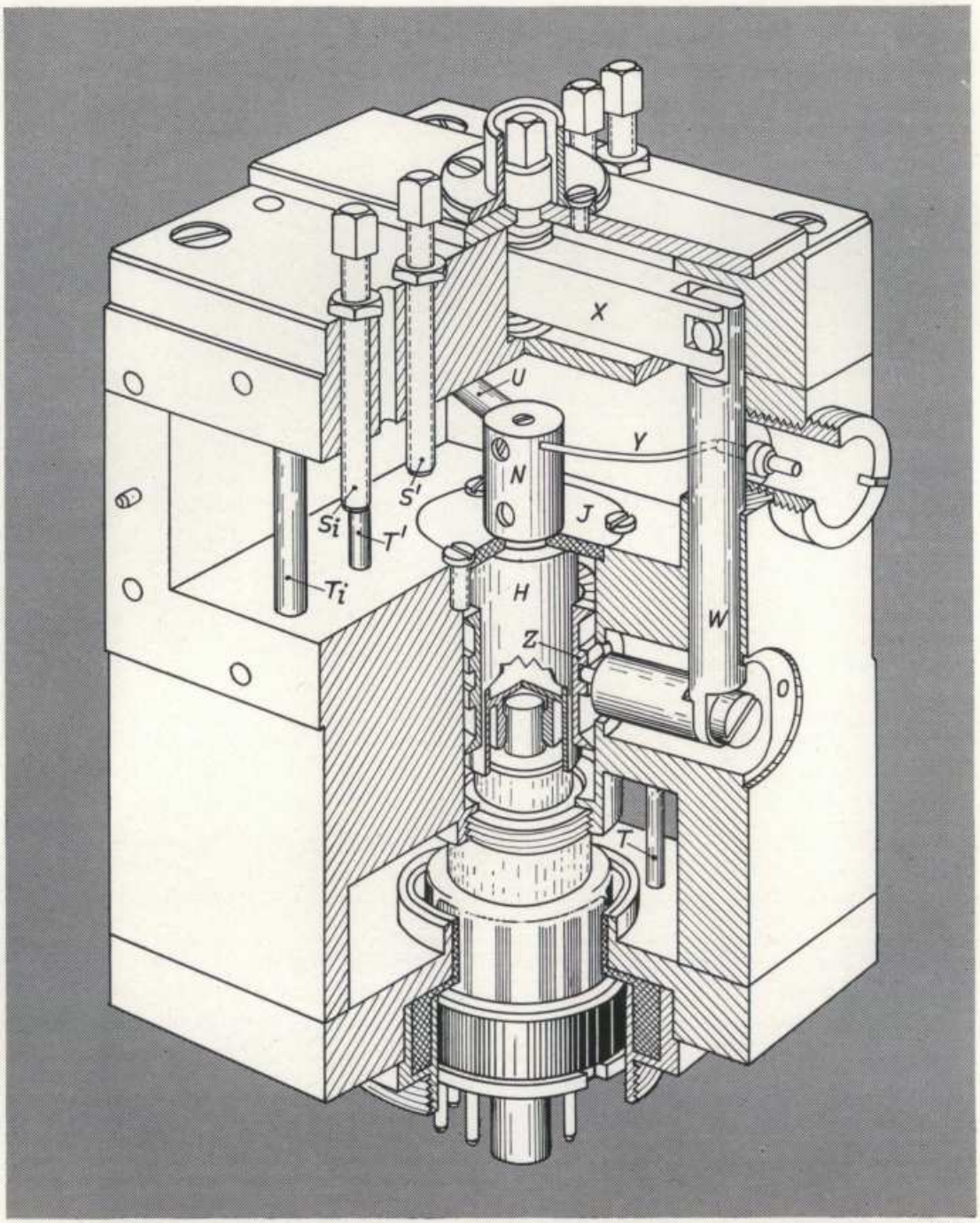
De zuiger Z wordt bewogen door twee aandrijfstangen W, die niet star met elkaar zijn verbonden, doch scharnierend zijn bevestigd aan de balk X, die hierdoor als het ware een balans vormt. De zuiger ondervindt op deze wijze steeds twee gelijke krachten, waardoor scheeftrekken wordt voorkomen.

In deze versterker kan de buis EC 57 [1]) worden gebruikt. Wanneer men met een kleiner uitgangsvermogen volstaat, kan men ook de buis EC 56 toepassen, waarvan de nominale anodestroom slechts de helft is van die van de EC 57 (30 tegenover 60 mA). Deze stroom wordt op de juiste waarde ingesteld met behulp van een variabele katodeweerstand; ter vermindering van het effect van de onderlinge afwijkingen in de karakteristieken van verschillende buizen kan deze weerstand op een bekende manier worden verbonden met een punt met een negatieve spanning.

De versterking die bij kleine signalen kan worden

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023



92668

Fig. 12. Het complete versterkerblok, opengesneden om de belangrijkste onderdelen te laten zien. *W* zijn de aandrijfstangen voor de zuiger *Z*. Deze stangen zijn scharnierend bevestigd aan de balk *X*. Zij dragen van onderen pennen, die in de zuiger grijpen. De overige letters hebben dezelfde betekenis als in vroegere figuren.

verkregen, bedraagt 12 dB bij de EC 56 en 13 dB bij de EC 57 (bij een bandbreedte b_t van 55 MHz). Bij grotere signalen neemt de versterking af. In *fig. 14* is voor beide buizen de versterking uitgezet als functie van het uitgangsvermogen. We zien hieruit dat bij een versterking van 8 dB met de EC 56 een vermogen van 0,5 W kan worden verkregen, terwijl voor de EC 57 bij deze zelfde versterking het vermogen 1,5 W bedraagt. Fig. 14 geldt voor een versterker waarvan de bandbreedte b_t is ingesteld op 55 MHz. Zoals reeds in het aangehaalde artikel [1]) is vermeld, kan bij een kleinere bandbreedte een grotere versterking worden verkregen, en wel zodanig dat het produkt van bandbreedte en versterking nagenoeg constant is. Tevens neemt hierbij het uitgangsvermogen toe. We kunnen met de verkleining van de bandbreedte echter niet zeer ver gaan. Bij een bandbreedte van 10 à 20 MHz wordt nl. de versterker onstabiel door de terugwerking, die in de buis optreedt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

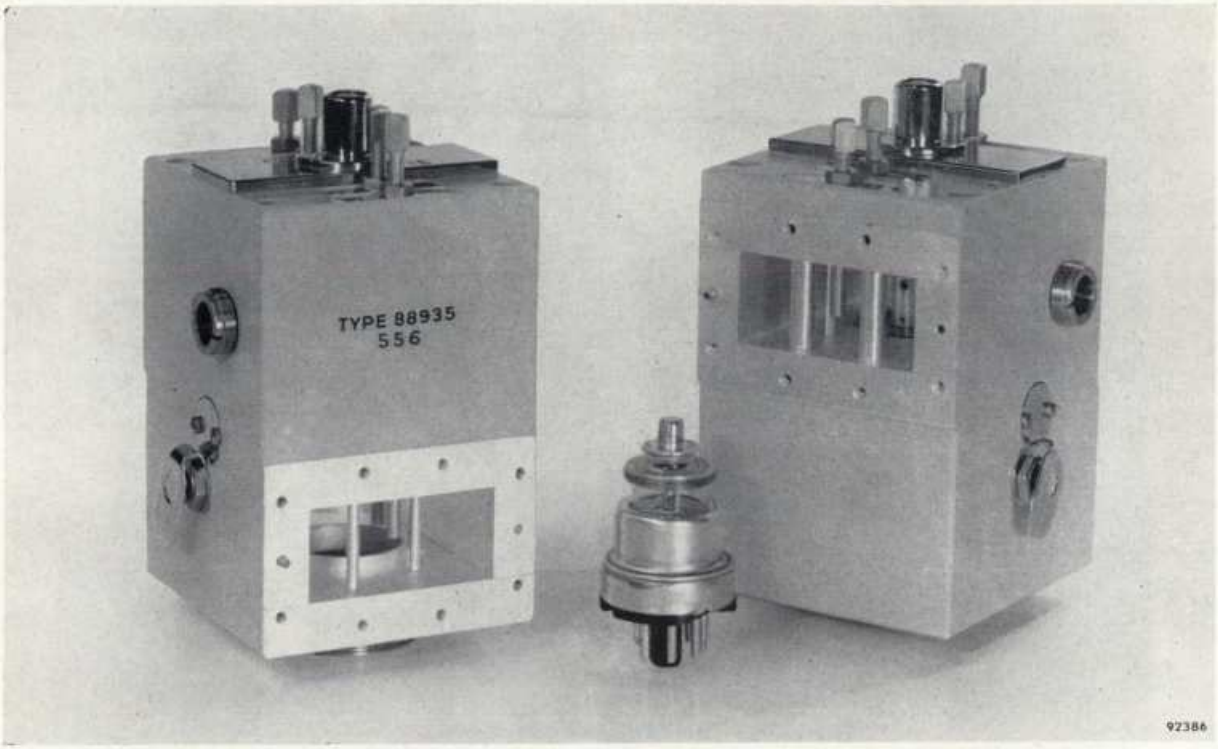


Fig. 13. Twee versterkerblokken, het linkerblok gezien van de ingangszijde, het rechterblok van de uitgangszijde. Tussen de beide blokken is een buis EC 57 geplaatst.

Terugwerking

Bij de in werking zijnde buis treedt terugwerking op door de weliswaar zeer kleine, maar toch niet verwaarloosbare capaciteit tussen anode en katode. Het rooster schermt nl. deze beide elektrodes niet volkomen van elkaar af. Een tweede oorzaak van terugwerking is gelegen in het feit dat door het elektromagnetische wisselveld in de anodetrilholte stromen worden geïnduceerd in de roosterdraden, welke stromen op hun beurt weer een wisselspanning tussen rooster en katode doen ontstaan. Het effect hiervan kan in het schema in rekening worden gebracht door een spoel in serie met de roosteraansluiting [9]).

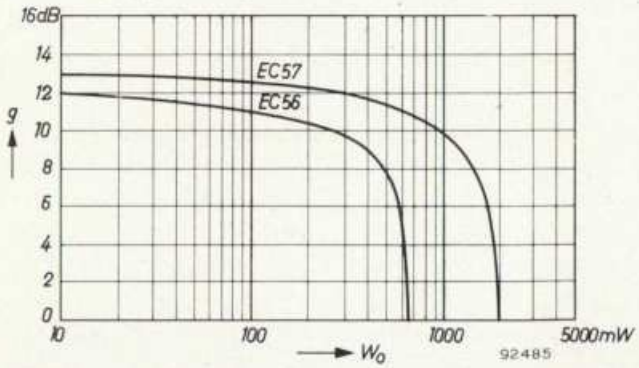


Fig. 14. Versterking g als functie van het uitgangsvermogen W_0 voor de buizen EC 56 en EC 57 bij een bandbreedte b_t van 55 MHz.

De beide terugwerkingsoorzaken werken elkaar tegen en kunnen bij een bepaalde frequentie elkaar zelfs geheel opheffen. Om dit te doen zien, is in *fig. 15a* een vervangschema getekend voor een buis waarbij alleen de gloeispanning is ingeschakeld. De elementen C_{ak} en L_g zijn verantwoordelijk voor de twee terugwerkingseffecten. Passen we op de drie condensatoren een driehoek-stertransformatie toe, dan ontstaat fig. 15*b*. Het zal duidelijk zijn dat geen terugwerking optreedt bij de resonantiefrequentie van L_g en de hiermede in serie staande vervangingscapaciteit C_3. Deze resonantiefrequentie ligt bij de tegenwoordige buizen EC 56 en EC 57 bij 5200 MHz en is dus tamelijk veel hoger dan de frequenties waarbij de versterker zal worden gebruikt. Bij een frequentie van 4000 MHz heeft hierdoor de serieschakeling van L_g en C_3 een reactantie die een factor 2,5 groter is dan de reactantie van C_3 alleen. Men kan dus ruwweg zeggen dat door de aanwezigheid van L_g de capaciteit C_{ak} schijnbaar met deze factor wordt verkleind.

[9]) Zie: G. Diemer, Passive feedback admittance of disc-seal triodes, Philips Res. Rep. **5**, 423-434, 1950.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Bij een werkende buis is de situatie aanmerkelijk gecompliceerder, voornamelijk door de invloed van ruimtelading en door de looptijd van de elektronen, die een vergroting van ingangs- en uitgangsdemping en tevens een fazeverschuiving tussen de spanningen op katode en anode veroorzaakt. Een volledige theorie, die met al deze feiten rekening houdt, is tot heden nog niet opgesteld, maar wel is thans voldoende bekend om enkele verschijnselen die bij een in werking zijnde buis optreden, te kunnen verklaren.

De terugwerking in de buis behoeft niet geheel als een bezwaar te worden gevoeld. Zoals nl. door Van der Ziel en Knol is aangetoond [10]), kan door terugkoppeling een vergroting van het produkt van versterking en bandbreedte worden verkregen. Inderdaad zijn de gunstige eigenschappen van de buizen EC 56 en EC 57 ten dele aan de terugwerking te danken.

In een ander opzicht worden echter door de terugwerking wèl moeilijkheden ondervonden, speciaal wanneer men een aantal van de hier beschreven versterktrappen in cascade wil schakelen. Het ligt dan voor de hand het anodecircuit van iedere buis met het katodecircuit van de volgende buis een bandfilter te laten vormen. De rol van de iris, die wij bij de behandeling van het anodecircuit bespraken, wordt dan overgenomen door het katodecircuit van de volgende buis. Door de terugwerking kan echter het katodecircuit van een buis niet meer worden beschouwd als een enkelvoudige trillingskring. Is b.v. de ingangszijde van een buis reflectievrij aan de

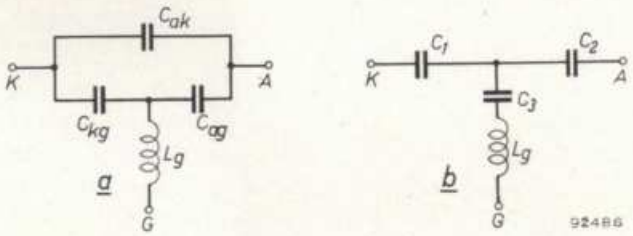


Fig. 15. *a*) Vervangschema voor een buis waarvan alleen de gloeispanning is ingeschakeld. *A* anode, *K* katode, *G* rooster, L_g zelfinductie van de roosterdraden.
b) Schema dat wordt verkregen door op de drie condensatoren een driehoek-stertransformatie toe te passen.

ingangsgolfgeleider aangepast terwijl de anodetrilholte verstemd is, dan kan door het afstemmen van deze trilholte de situatie aan de ingangszijde sterk worden verstoord. Daar de bandbreedte van het anodecircuit veel kleiner is dan die van het katodecircuit, treedt deze verstoring op in een tamelijk smal frequentiegebied, waardoor het zeer moeilijk wordt met dit ingangscircuit een bandfilter met overgangskoppeling samen te stellen. Dit effect is sterker naarmate de resonantieweerstand van de anodetrilholte toeneemt en dus de bandbreedte van het anodecircuit afneemt.

Ondanks deze moeilijkheden is het wel gelukt drie versterktrappen in cascade te schakelen en de frequentiekarakteristiek van dit geheel een voldoend vlak verloop te geven. Men is er echter hierbij nooit zeker van dat ook ieder van de trappen afzonderlijk een vlak verlopende frequentiekarakteristiek heeft. Hierdoor wordt het gevaar groot dat een wijziging van de eigenschappen van de buizen gepaard gaat met een ongewenste vervorming van de frequentiekarakteristiek.

Het gebruik van een aantal trappen in cascade wordt veel gemakkelijker wanneer de koppeling tussen de trappen plaatsvindt via richtingsisolatoren.

Het gebruik van richtingsisolatoren

Voor een uiteenzetting van de werking van een richtingsisolator verwijzen wij naar een eerder in dit tijdschrift verschenen artikel [11]). Hierin werd o.a. een richtingsisolator beschreven die is ontwikkeld voor gebruik bij frequenties van ongeveer 4000 MHz. Wordt een dergelijke richtingsisolator, die aan beide zijden aan de golfgeleider is aangepast, als scheiding tussen twee versterktrappen geplaatst, dan worden vele moeilijkheden die door terugwerking ontstaan, opgeheven en bovendien enkele andere voordelen verkregen. Iedere trap kan nu met de bijbehorende isolator als een eenheid worden afgeregeld, en men kan een aantal van deze trappen zonder moeilijkheden in cascade schakelen. Het offer dat hiervoor moet worden gebracht, is een gering verlies in vermogen. Dit bedraagt minder dan 1 dB per richtingsisolator.

In *fig. 16* wordt een drietal via richtingsisolatoren in cascade geschakelde versterktrappen getoond. Worden in deze versterker twee buizen EC 56 en één buis EC 57 gebruikt, dan bedraagt het uitgangsvermogen 1,5 W bij een ingangsvermogen van 1,5 mW. De totale versterking is dus 30 dB. Bij een bandbreedte b_t per trap van 55 MHz bedraagt de bandbreedte van de totale versterker 42 MHz. Bij het verwisselen van een buis behoeft alleen de desbetreffende trap opnieuw te worden bijgeregeld.

[10]) A. van der Ziel en K. S. Knol, On the power gain and the bandwidth of feedback amplifier stages, Philips Res. Rep. **4**, 168-178, 1949.

[11]) H. G. Beljers, Toepassing van ferroxcube voor niet-reciproke golfgeleiders, Philips techn. T. **18**, 126-135, 1956 (no. 4).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

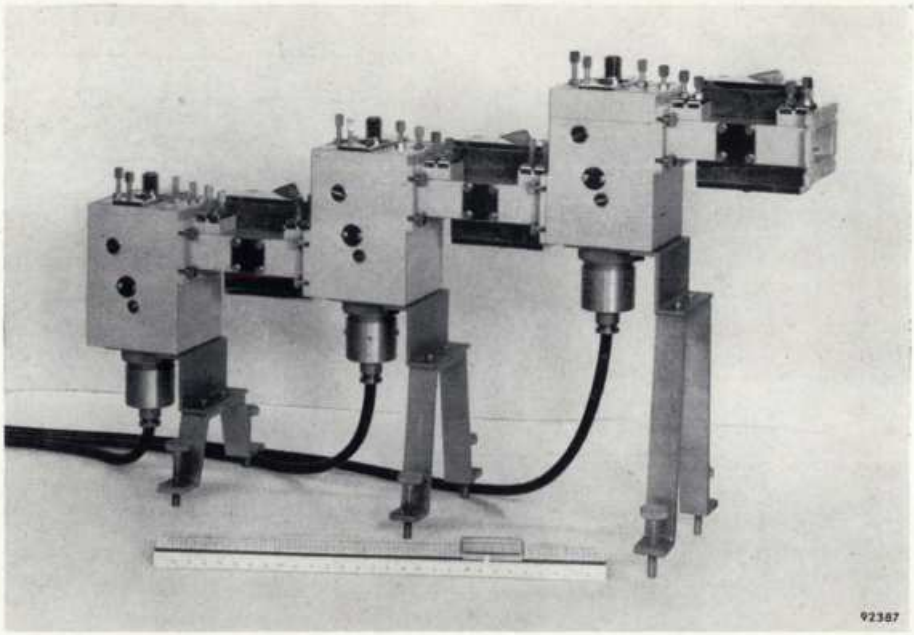


Fig. 16. Versterker, bestaande uit drie hoogfrequentietrappen met richtingsisolatoren.

Bij het gebruik van een richtingsisolator wordt het in het anodecircuit van iedere buis voorkomende bandfilter niet, zoals bij een directe koppeling tussen de trappen, gedeeltelijk gevormd door het katodecircuit van de volgende buis, maar op de in het voorgaande beschreven wijze door de anodetrilholte en een in de golfgeleider geplaatste iris. De ingangscapaciteit van de buis heeft dan dus geen invloed op de eigenschappen van dit bandfilter, en daar deze capaciteit de grootheid is die tijdens het gebruik het meest varieert, blijft bij het gebruik van richtingsisolatoren de vorm van de frequentiekarakteristiek beter behouden.

De groeplooptijd

Voor onvervormde overdracht van in frequentie gemoduleerde signalen is het niet alleen van belang dat in het gehele in aanmerking komende frequentiegebied de versterking zeer weinig varieert, maar het is evenzeer noodzakelijk dat de groeplooptijd in dit gebied constant is. Metingen en berekeningen hebben aangetoond, dat een hoogfrequentieversterker zoals hier is beschreven, in dit opzicht veel gunstiger eigenschappen heeft dan een normale middenfrequentieversterker, zoals bij straalzenderverbindingen wordt gebruikt [12]). Dit is grotendeels een gevolg van het feit dat de absolute bandbreedte van een dergelijke middenfrequentieversterker steeds veel kleiner is dan die van de hoogfrequentieversterker.

Voor een versterktrap zoals hierboven werd beschreven, bedraagt de groeplooptijd bij de centrale frequentie $3{,}2\times10^{-9}$ sec, terwijl bij de frequenties die 10 MHz van deze centrale frequentie afwijken, de groeplooptijd slechts 64×10^{-12} sec van de genoemde waarde verschilt. Door deze gunstige cijfers kan het onder bepaalde omstandigheden voordelen bieden in relaisstations van straalzenderverbindingen geen middenfrequentieversterker doch uitsluitend een aantal hoogfrequentieversterktrappen volgens het hier beschreven principe te gebruiken. Doordat in dit laatste geval per trap het produkt van versterking en bandbreedte groter is dan bij een middenfrequentieversterker, kan met een kleiner totaal aantal versterktrappen worden volstaan, waardoor voor de gehele versterker de variatie van de groeplooptijd in de over te brengen frequentieband zeer veel kleiner is.

De hierboven genoemde cijfers voor de groeplooptijd hebben betrekking op een volkomen correct ingestelde versterker. Men dient echter rekening te houden met de mogelijkheid dat een dergelijke versterker, na enige tijd in werking te zijn geweest, niet goed meer is ingesteld. (Eén der oorzaken hiervan kan zijn een verandering der capaciteiten tussen de elektrodes van de buizen.) Het gevolg hiervan is meestal dat zowel de fazekarakteristiek als de amplitudekarakteristiek niet meer de gewenste vorm hebben. De afwijkingen in de fazekarakteristiek beïnvloeden natuurlijk direct de groeplooptijd, doch

[12]) Zie J. P. M. Gieles, The measurement of group delay in triode amplifiers at 4000 Mc/s. Dit artikel verschijnt binnenkort in L'Onde Electrique.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

ook het verloop van de amplitudekarakteristiek zou indirect invloed hierop kunnen hebben, speciaal wanneer de versterker een groot vermogen levert. In dit geval zijn nl. de buiscapaciteiten afhankelijk van de grootte van de signaalspanningen. Ten gevolge hiervan kan een amplitudevariatie, die bij in frequentie gemoduleerde signalen door een ongewenste vorm van de amplitudekarakteristiek ontstaat, gepaard gaan met een fazevariatie, wat weer een verandering van de groeplooptijd ten gevolge heeft. Het is echter gebleken dat bij de hier beschreven versterker de laatstgenoemde effecten zeer klein zijn.

Behalve de genoemde zijn in de versterker nog enkele andere oorzaken van variaties in de groeplooptijd aanwezig, die echter alle van minder belang zijn gebleken. Wij noemen in dit verband de looptijden der elektronen in de buis en de groeplooptijd van de elektromagnetische golven in de richtingsisolatoren. Op deze plaats willen wij afzien van een gedetailleerde beschrijving van looptijdmetingen die aan de versterker zijn uitgevoerd, doch wij volstaan met de vermelding dat de resultaten van deze metingen de verwachting wettigen dat het mogelijk is met 50 relaisstations die uitsluitend zijn uitgerust met versterkers zoals in dit artikel zijn beschreven, een kleurentelevisiesignaal volgens het NTSC-systeem over een afstand van 2500 km over te brengen zonder dat de maximaal toelaatbare vervorming wordt overschreden.

Bij de ontwikkeling van de in dit artikel beschreven versterker zijn belangrijke bijdragen geleverd door G. de Vries en A. Meyer van het Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven, H. Kramer van Philips' Telecommunicatie-Industrie te Hilversum, en W. Busscher, J. Jongsma en K. Rodenhuis van het Ontwikkelingslaboratorium der Elektronenbuizenfabriek te Eindhoven.

Samenvatting. In dit artikel worden de constructie en de eigenschappen behandeld van een versterker voor frequenties in het gebied van 3800 tot 4200 MHz. Als buis kan hierin de EC 56 of de EC 57 worden gebruikt, waarmede, bij een versterking van 8 dB, een uitgangsvermogen van 0,5 resp. 1,5 W kan worden verkregen. De frequentiekarakteristiek heeft hierbij een zodanig vlak verloop dat in een gebied van 55 MHz de versterking niet meer dan 0,1 dB varieert. De ingang en de uitgang van de versterker zijn geschikt om te worden aangesloten op golfgeleiders. In het anodecircuit is een bandfilter toegepast dat wordt gevormd door een trilholte en een in de uitgangsgolfgeleider geplaatste trillingskring. Voor het verkrijgen van een goede aanpassing aan de ingangszijde en voor het afregelen van het anodecircuit zijn in de ingangs- en uitgangsgolfgeleiders variabele reactieve elementen geplaatst, die bestaan uit een in de wand aangebrachte schroef en één of twee pennen die boven- en onderwand verbinden.

Schakelt men een aantal van deze versterkers in cascade, dan wordt het instellen zeer bemoeilijkt door terugwerking. De moeilijkheden verdwijnen voor een groot deel wanneer tussen de verschillende trappen richtingsisolatoren worden geplaatst. De variatie van de groeplooptijd in het te bestrijken frequentiegebied is bij deze versterker veel kleiner dan bij normale in straalzenders gebruikte middenfrequentieversterkers. Hierdoor kan het voordelen bieden in relaisstations geen middenfrequentieversterkers, doch uitsluitend een aantal van de hier beschreven hoogfrequentieversterktrappen te gebruiken.

EEN LICHTE RAND OM HET TELEVISIESCHERM

621.397.62

Bij het kijken naar televisie-uitzendingen zit men in het algemeen graag in een verlicht vertrek. De rond het televisietoestel aanwezige helderheid zal evenwel aanzienlijk beneden die van het beeld liggen. Een overgangshelderheid tussen beeld en omgeving blijkt door vrijwel iedereen als een verbetering gewaardeerd te worden. Zo'n overgangshelderheid wordt algemeen verkregen door het beeld met een lichte rand te omlijsten. De vraag rijst of het aanbeveling verdient deze rand van een afzonderlijke verlichting te voorzien. Hoe breed moet zo'n rand dan bij voorkeur zijn en welke helderheid moet hij hebben? Een antwoord op deze vragen werd verkregen door middel van de volgende proeven.

Op een scherm van 480 × 360 mm, dat — daar er geen televisie-uitzendingen waren op voor de proefnemingen geschikte tijden — als imitatie van een televisiescherm dienst deed, werd met een 16 mm-projector een film geprojecteerd. Door middel van een lichtblauw filter werd de tint van het filmbeeld ongeveer gelijk gemaakt aan die van een televisiebeeld. Het projectiescherm werd omlijst door een rand waarvan de helderheid en de breedte door een proefpersoon, gezeten op 2,20 m van het scherm, met behulp van knoppen konden worden ingesteld (*fig. 1*). De helderheid kon gevarieerd worden tussen 0 en 34 cd/m²; de breedte tussen 0 en 160 mm. De verdere omgeving, gevormd door grijze of zwarte gordijnen, had een bekende en instelbare helderheid, die over het gehele gezichtsveld constant was.

Terwijl de proefpersoon keek en luisterde naar de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

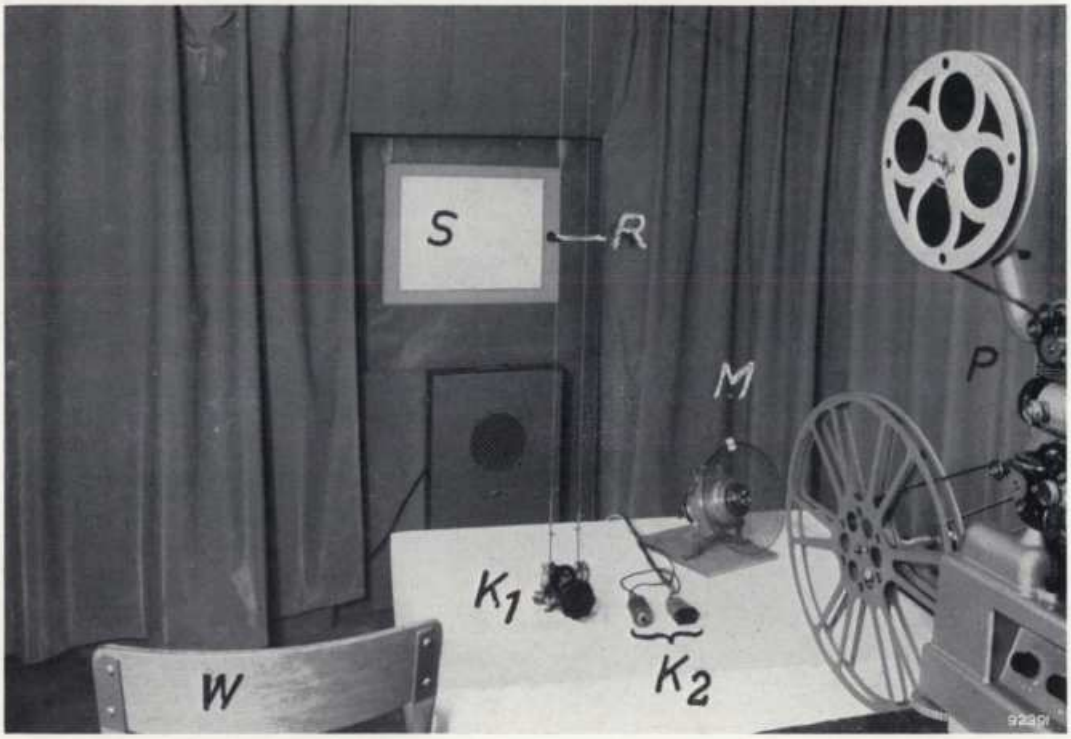


Fig. 1. Opstelling voor proeven ter bepaling van de gunstigste breedte en helderheid van de rand om een televisiescherm. De filmprojector P zorgt voor een beeld op het projectiescherm S (imitatie van een televisiebeeld). De waarnemer kan, zittend op de stoel W, met de knop K_1 de helderheid regelen van de rand R om het scherm, en met de knoppen K_2 (waarvan er één dient voor de omkering van de beweging) kan hij de breedte van deze rand variëren door middel van twee verschuivende maskers. De breedten van de randen evenwijdig aan de korte, resp. de lange zijde van het scherm hebben de constante verhouding 4 : 3. De ingestelde helderheid kan op de schijf M worden afgelezen; dit gebeurt door de proefleider, die ook de ingestelde randbreedten meet. De gewenste omgevingshelderheid wordt verkregen door een variabele algemene diffuse verlichting en door verandering van de reflectiefactor van de omgeving (andere gordijnen).

film, werd hem op geschikte ogenblikken — waarop de film een van te voren gemeten gemiddelde schermhelderheid opleverde, welke gedurende enige tijd ongeveer constant bleef — gevraagd de rand in te stellen, en wel:

a) op de door hem gewenste helderheid bij elk van vier gegeven waarden der randbreedte,
b) op de door hem gewenste breedte bij elk van vier gegeven randhelderheden.

Langs grafische weg werd uit deze instellingen afgeleid aan welke combinatie van randhelderheid en -breedte de waarnemer de voorkeur gaf, bij de geldende waarde van de gemiddelde schermhelderheid en bij de gegeven omgevingshelderheid (*fig. 2*). De procedure werd herhaald voor twee andere omgevingshelderheden. Er werd voor gezorgd dat dezelfde proefpersoon nooit dezelfde film tweemaal te zien kreeg; dit om de aandacht niet te laten verslappen en aldus zo goed mogelijk te voorkomen dat de rand meer aandacht zou krijgen dan normaal het geval is. Om deze laatste reden kreeg de waarnemer bovendien uitdrukkelijk opdracht de instellingen te verrichten al kijkend naar het beeld. Bij elk stel waarden van scherm- en omgevingshelderheid (zie *tabel*) werden de onder

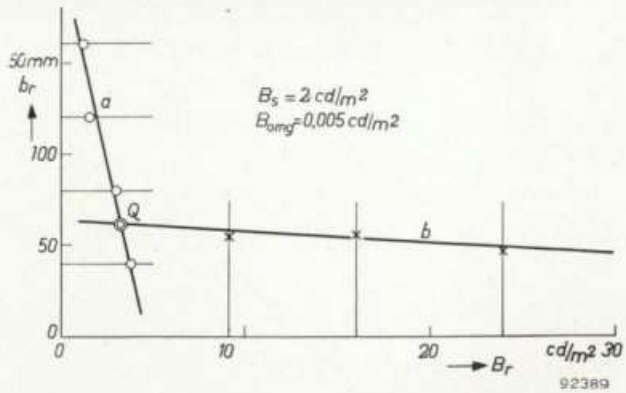


Fig. 2. Bij vier door de proefleider ingestelde randbreedten b_r stelde een proefpersoon de door hem gewenste randhelderheid B_r in (cirkeltjes), en bij vier door de proefleider ingestelde randhelderheden stelde dezelfde proefpersoon de door hem gewenste randbreedte in (kruisjes). Het snijpunt Q van de lijn a (door de cirkeltjes) en de lijn b (door de kruisjes) levert de combinatie van randhelderheid en -breedte welke door deze proefpersoon wordt geprefereerd, bij de heersende helderheden B_s van het scherm (gemiddelde helderheid) en B_{omg} van de omgeving.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Tabel. Combinaties van helderheden van de omgeving en gemiddelde helderheden van het scherm (in cd/m²) waarbij instellingen van randbreedte en -helderheid door de proefpersonen werden verricht.

omgeving	0,005			0,5			5,0	
scherm	2,0	7,3	30	3,8	9,1	32	25	48

(a) en (b) genoemde instellingen verricht door 20 à 25 proefpersonen. Aldus werd, op de in fig. 2 gedemonstreerde manier, een zelfde aantal punten Q, die de voorkeurcombinaties van randbreedte en -helderheid vastleggen, gevonden. *Fig. 3* is de puntenzwerm die werd verkregen bij een schermhelderheid van 25 cd/m² en een omgevingshelderheid van 5 cd/m². Er blijkt uit dat er een aanzienlijke spreiding bestaat in de individuele voorkeuren van de verschillende proefpersonen.

Uit de proeven konden de volgende conclusies worden getrokken [1]). Wat betreft de gewenste randbreedte blijkt geen systematisch verband te bestaan met de omgevings- of de schermhelderheid. Gemiddeld over alle proeven was de meest gewenste randbreedte *0,3 maal de halve schermafmeting*. Dit ligt dicht bij de gebruikelijke breedten der niet afzonderlijk verlichte randen.

De gewenste helderheid van de rand loopt op met de schermhelderheid zowel als met de omgevingshelderheid (*fig. 4*). Voor moderne televisietoestellen in verlichte huiskamers zal meestal een

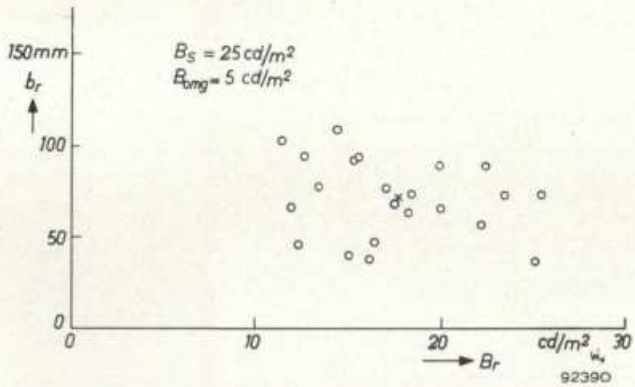


Fig. 3. Voorbeeld van een zwerm punten die ontstaat als men de punten Q, verkregen op de in fig. 2 aangegeven wijze, voor alle proefpersonen verzamelt (elke proefpersoon levert een punt). Deze figuur, die een indruk geeft van de optredende spreiding, is, evenals fig. 2, geldig voor een bepaald stel waarden van de helderheden van het scherm en van de omgeving. Het kruisje geeft het gemiddelde aan.

[1]) Een volledige verslag van de beschreven proeven en van de statistische verwerking der resultaten zal elders worden gepubliceerd.

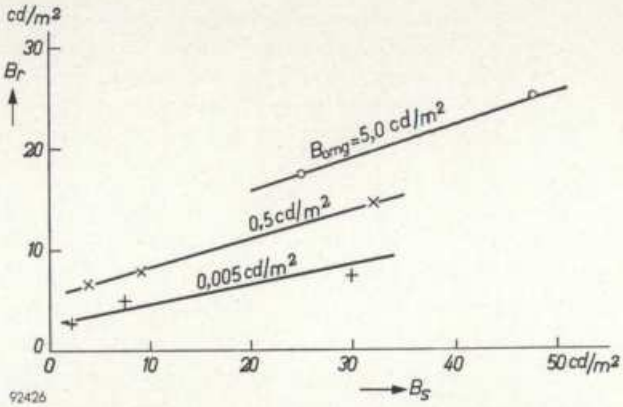


Fig. 4. Gemiddelde waarden der geprefereerde randhelderheden B_r als functie van de (gemiddelde) helderheid B_s van het scherm, voor drie waarden van de helderheid B_{omg} der omgeving.

randhelderheid tussen ca. 10 en 20 cd/m² gewenst zijn. De statistische verwerking van de proefresultaten leert verder dat men aan de uiteenlopende wensen van de grote meerderheid der kijkers tegemoet kan komen door de randhelderheid regelbaar te maken tussen 0 en 40 cd/m².

De gebruikelijke niet afzonderlijk verlichte randen hebben een zekere helderheid doordat zij licht dat afkomstig is uit de kamer en van het scherm, reflecteren. Is de rand licht van tint, dan kan deze helderheid de 10 cd/m² wel eens halen; is de rand mat en vrij donker grijs, dan kan men 5 cd/m² wel als bovenste grens aannemen. Hieruit volgt dat een afzonderlijke verlichting in vele gevallen nuttig is.

Alle waarnemers prefereerden voor de rand een zelfde tint als die van het beeld boven andere tinten.

J. J. BALDER.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

OSCILLOGRAAFBUIZEN VOOR LAGE ANODESPANNING

door F. de BOER en W. F. NIENHUIS.

621.317.755

In het laatste decennium is de vraag naar katodestraaloscillografen sterk gegroeid. Naast de behoefte aan instrumenten met uitgebreide gebruiksmogelijkheden ontstond ook belangstelling voor kleine apparaatjes, b.v. ten dienste van servicewerkplaatsen voor radio en televisie. Een belangrijke vermindering van het gewicht en het volume van oscillografen zou verkregen kunnen worden wanneer het mogelijk was de apparatuur voor het opwekken van de voor de buis benodigde anodespanning te verkleinen. In dit artikel wordt een type buis beschreven hetwelk geschikt is voor een anodespanning die aanzienlijk lager is dan gebruikelijk en daarmee deze mogelijkheid inderdaad opent. Ondanks de lage anodespanning geeft de buis een fraai en helder beeld en biedt daarmee, ook voor de amateurapparatenbouwers, vele toepassingsmogelijkheden.

De tot nu toe gangbare oscillograafbuizen vereisten een anodespanning van 800 à 1500 V, hetgeen o.m. meebracht dat iedere oscillograaf voorzien moest worden van een zware, volumineuze en kostbare hoogspanningstransformator. Het lag dus, gezien de wens om tot de constructie van kleine en lichte oscillografen te komen, voor de hand om te trachten een buis te construeren die ook bij lage anodespanning bevredigend zou werken. Een verlaging van de anodespanning levert bovendien nog het voordeel op dat de gevoeligheid toeneemt, zodat men het signaal minder behoeft te versterken. De daarvoor dienende schakelingen kunnen dus eenvoudiger worden.

Het is thans gelukt dergelijke buizen te maken. De hieronder te beschrijven buizen DG 7-32 en DG 7-31 behoeven een anodespanning van (minimaal) slechts 400 V.

Het gebruik van een zo lage anodespanning stelt zeer speciale eisen aan de samenstelling en de wijze van aanbrengen van de fluorescerende laag; ook het elektrodensysteem moet worden aangepast, ten einde toch een goed scheidend vermogen (voldoend kleine lichtstip) te verkrijgen.

De aard van deze problemen en de oplossingen die gevonden werden, zullen in het hierna volgende besproken worden. Tot slot van dit artikel noemen we in het kort enkele toepassingen. Opgemerkt zij nog dat de buis DG 7-32 ontworpen werd voor symmetrisch ten opzichte van aarde aangelegde tijdasspanning, terwijl bij het type DG 7-31 een der platen geaard wordt en de spanning dus asymmetrisch wordt aangelegd. Beide buizen zijn even groot en hebben een schermdiameter van 7 cm.

Het fluorescerende scherm

Bij de gewenste lage anodespanningen is het onmogelijk om, zoals normaliter gebeurt, het fluorescerende scherm op het glas van de ballon aan te brengen met behulp van een of ander oplosbaar silicaat (de binder) [1]. Hoewel de dikte van de binderlaagjes die het scherm dan bedekken, slechts van de orde van grootte van 0,01 micron is, verliezen elektronen van ca. 400 eV in zulk een laagje toch meer dan 95% van hun kinetische energie, waardoor de helderheid van het schermbeeld ontoelaatbaar verlaagd zou worden. Om dezelfde reden is ook een oppervlakkige chemische aantasting van de korrels van het fluorescerende poeder, die b.v. bij het aanbrengen zou kunnen plaatsvinden, funest.

Derhalve is voor het aanbrengen van het scherm de voorkeur gegeven aan de van ouds bekende methode van uitslingeren („flow coating"). Een zekere hoeveelheid van een suspensie van het fluorescerende poeder in een organische vloeistof (b.v. ethylacetaat), waarin bovendien nitrocellulose is opgelost, wordt in de ballon gegoten. Men bedekt al draaiend het gehele schermgedeelte en laat drogen. Daarna wordt de nitrocellulose verwijderd door aan de lucht te verhitten tot 400 °C. Dank zij de vluchtigheid (d.w.z. het snelle verdwijnen) van de ontledingsprodukten en de nog vrij lage temperatuur, treedt hierbij geen aantasting van het fluorescerende poeder op.

Het is bekend dat een dergelijke laag bij lage anodespanning niet zonder meer bruikbaar is, ten gevolge van het feit dat de bundelstroom niet voldoende door de secundaire emissie wordt gecompenseerd, zodat het scherm wordt opgeladen [2]. Het bedekken van het scherm met een laagje dat hetzij geleidend is, hetzij een geschikte coëfficiënt van secundaire emissie heeft (zoals in televisieweergeefbuizen gebeurt), is om de eerder genoemde reden weer onmogelijk. Het opladen van het scherm kan

[1]) F. de Boer en H. Emmens, Philips techn. T. **16**, 265-269, 1954.

[2]) Vgl. J. de Gier, A. C. Kleisma en J. Peper, Philips techn. T. **15**, 359-365, 1953.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

echter vermeden worden door de ballon ter plaatse van het scherm aan de binnenzijde allereerst te voorzien van een doorzichtig geleidend laagje en dat als onderlaag voor het fluorescerende poeder te gebruiken. Een daarvoor geschikt materiaal is tinoxyde waaraan bepaalde stoffen zijn toegevoegd, zodat de gevormde laag de eigenschappen van een halfgeleider verkrijgt [3]). Het wordt aangebracht door in de ballon, die tot dicht bij het verwekingspunt verhit wordt, met een soort verfspuit een oplossing van tinchloride te spuiten. Alleen op die delen welke voldoende heet zijn, vormt zich de geleidende laag, zodat men de plaats waar deze ontstaat, goed in de hand heeft.

Een bijkomstig maar belangrijk voordeel van de geleidende laag onder het scherm is het feit dat men nu bij aanraking van de buis (b.v. bij metingen) de potentiaal van het scherm niet kan beïnvloeden. Het is dan ook niet meer nodig dat het scherm zich op aardpotentiaal bevindt, zoals bij vroegere typen gebruikelijk was. Integendeel, men kan thans de katode van het elektronenkanon aarden en daarmee bereiken dat de voedingstransformator niet van een afzonderlijke gloeistroomwikkeling behoeft te worden voorzien.

Een dergelijk dun laagje geeft in het algemeen aanleiding tot het ontstaan van interferentiekleuren. Men kan daaraan ontkomen door de dikte van de laag kleiner te maken dan een kwart golflengte van violet licht, maar dit zou in ons geval een te gering geleidingsvermogen opleveren. De laag zo dik maken dat de interferentie geen rol meer speelt, is eveneens onmogelijk omdat een zodanig dikke laag niet houdt. De dikte wordt zó gekozen dat men geen interferentiekleuren van een hogere orde dan de eerste krijgt. Verder wordt de dikte zo goed mogelijk over het oppervlak constant gehouden, om kleurverschillen te vermijden. Deze overwegingen zijn alleen van belang voor het uiterlijk van de buis; aan het oscillogram is van het interferentie-effect niets te bespeuren.

Ook de keus van het fluorescerende poeder moest bij de lage anodespanning worden aangepast. Weliswaar was ook hier het gebruikelijke willemiet (zinkorthosilicaat geactiveerd met mangaan in de verhouding Mn : Si = 0,008) wat helderheid betreft de beste keus, maar bij gebruik van een poeder met de normale samenstelling bleek na ca. 600 uur de helderheid ten gevolge van het elektronenbombardement per tijdseenheid méér te dalen dan wenselijk geacht werd; zie *fig. 1*, curve *a*. Men ziet dan bij het bekijken van een oscillogram de snijpunten met een vorig oscillogram verschijnen als stippen van geringer helderheid. Een dergelijk steile daling kan worden

[3]) Zie b.v. H. te Gude en E. Schaaff, Philips techn. T. **18**, 216, 1956 (no. 7).

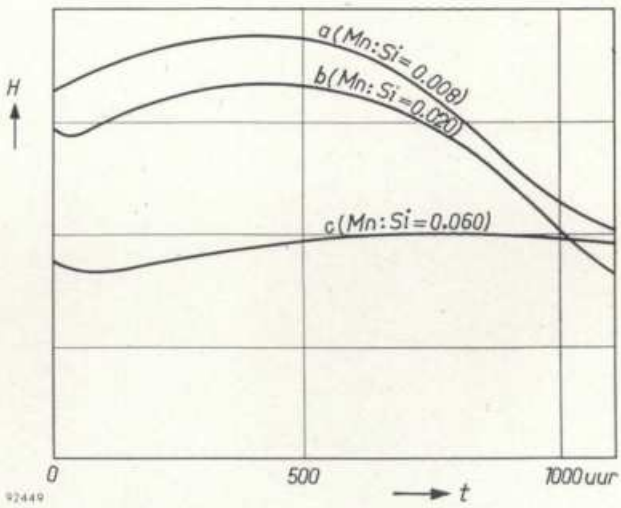


Fig. 1. Het verloop van de helderheid H van willemietschermen, als functie van de tijd, bij bombardement van het scherm met elektronen van 400 eV. De atoomverhouding Mn:Si is voor curve *a* 0,008 (de normale samenstelling), voor curve *b* 0,020 en voor curve *c* 0,060.

vermeden door een hoger mangaangehalte te kiezen maar dat doet de beginhelderheid dalen. *Fig. 2* toont een grafische voorstelling van het verband tussen beide grootheden. Het gunstigste compromis werd gevonden bij een verhouding tussen mangaan en silicium van 3 à 4 op 100. Men verkrijgt daarmee in fig. 1 krommen die in het gebied tussen curve *b* en curve *c* vallen. De helderheid is daarbij niet ontoelaatbaar laag (zoals voor het geval van curve *c*), de afneming ervan met de tijd gaat niet te snel (zoals voor het geval van de curven *a* en *b*).

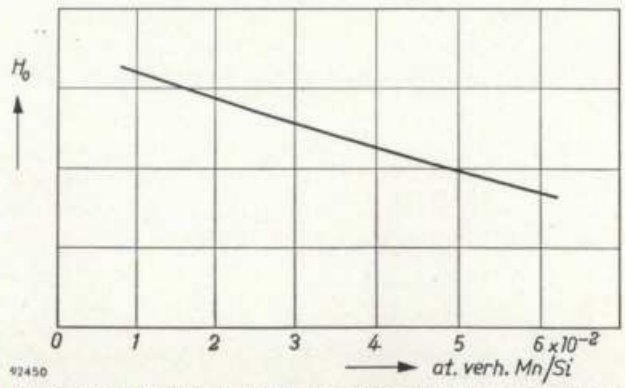


Fig. 2. De beginhelderheid H_0 van willemietschermen in afhankelijkheid van het Mn-gehalte. Verticaal is uitgezet de helderheid (in willekeurige eenheden) en horizontaal de atoomverhouding Mn : Si. De curve geldt voor elektronen van 400 eV.

Het elektrodensysteem

De bouw van het elektrodensysteem van de buis DG 7-32 is schematisch weergegeven in *fig. 3*. Het bestaat uit drie gedeelten, nl. het elektronenkanon, hetwelk een elektronenbundel van regelbare intensiteit levert, de focusseerlens, die de zg.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

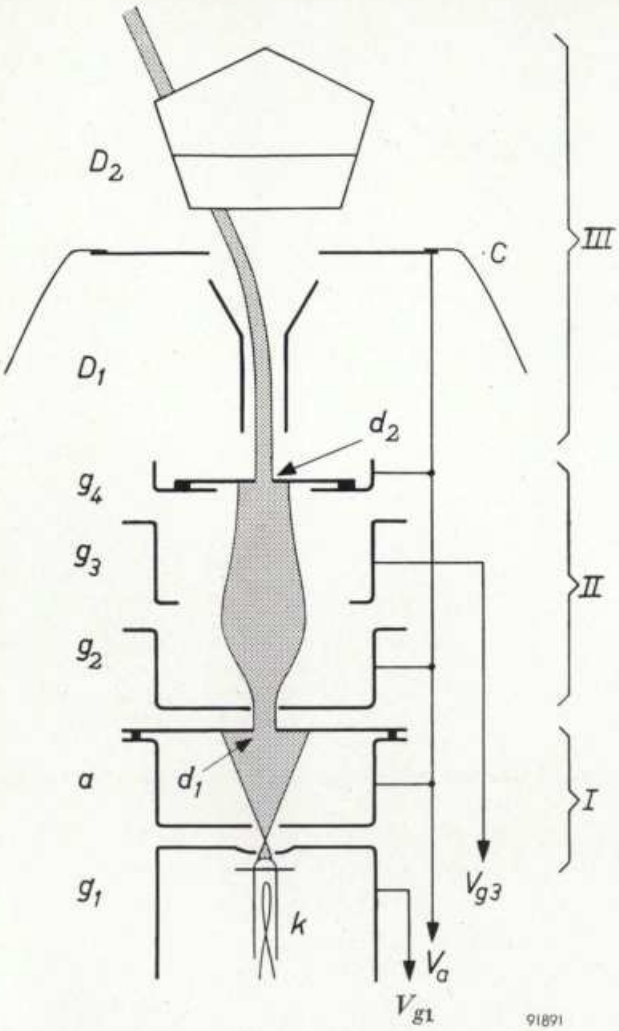


Fig. 3. Schematische voorstelling van het elektrodensysteem van een buis DG 7-32. Men onderscheidt achtereenvolgens het kanon-, het focusseerlens- en het deflectiegedeelte (resp. *I*, *II* en *III*). De diafragma's d_1 en d_2 staan in geleidende verbinding met de roosters waarop ze gemonteerd zijn. Men ziet dat de elektrodes a, g_2 en g_3 van dezelfde grondvorm zijn afgeleid, waarmee een zekere mate van standaardisatie in de onderdelen is bereikt.

bundelknoop scherp op het scherm afbeeldt [4]), en ten slotte het deflectiesysteem, waarin de bundel de gewenste afbuigingen ondergaat.

Fig. 4 toont behalve de buis, een compleet gemonteerd elektrodensysteem en de verzameling onderdelen waaruit dit is samengesteld.

Kanon en lens

Het kanon is een triodekanon, bestaande uit de indirect verhitte katode k, een stuurrooster g_1 en een zuigrooster (anode) a. De katode wordt bij deze buizen dus geaard; de potentiaal van g_1 is negatief, terwijl de anode zich op een potentiaal van $+400$ V bevindt. Door verandering van de potentiaal van g_1 kan de intensiteit van de bundel geregeld worden [5]).

[4]) De bundelknoop is het punt waar de elektronenbundel in het kanon de kleinste diameter heeft. Dit punt ligt ergens tussen de katode en de anode a. Vgl. fig. 5 van [5]).

[5]) Allerlei typen kanonnen vindt men behandeld in: J. C. Francken, J. de Gier en W. F. Nienhuis, Philips techn. T. **18**, 73-82, 1956 (no. 3).

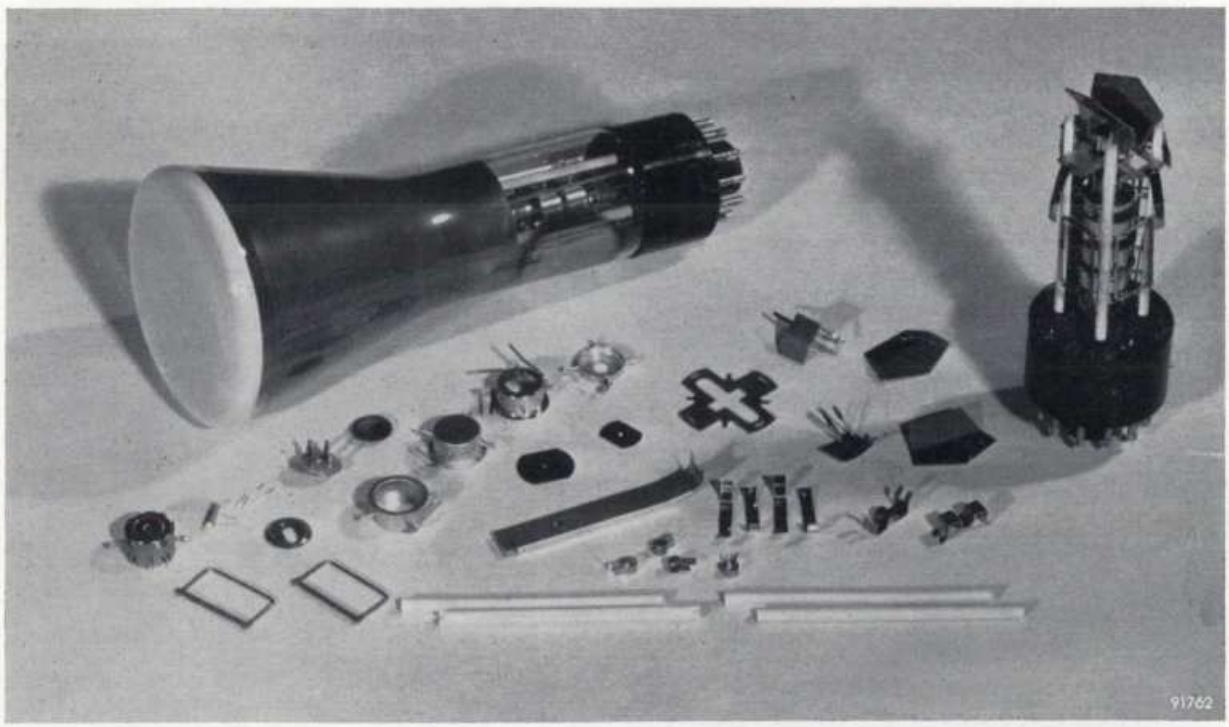


Fig. 4. De buis DG 7-32, een gemonteerd elektrodensysteem en de verzameling onderdelen waaruit dit is opgebouwd. Aan de roosters en de platen D_1 onderscheidt men de pennetjes die in het poederglas gedrukt worden dat zich in de groeven van de keramische staafjes bevindt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

De elektrodes g_2, g_3 en g_4 vormen de focusseerlens. Door verandering van de potentiaal van g_3 (het „focusseerrooster") kan de sterkte van de lens zodanig ingesteld worden dat op het scherm een zo scherp mogelijke afbeelding van de bundelknoop, d.w.z. een zo klein mogelijke stip, ontstaat. De potentiaal van g_4 en g_2 is dezelfde als die van a; de potentiaal van g_3 ligt, afhankelijk van de anodespanning, tussen 0 en +200 V.

Zoals we zien, zijn de functies van bundelvorming en focussering hier toebedeeld aan verschillende organen, hetgeen ten opzichte van vroeger veel gebruikte systemen (met versnellingslens) het grote voordeel heeft dat de intensiteit en de scherpte van de lichtstip onafhankelijk van elkaar kunnen worden ingesteld.

De functie van de diafragma's d_1 en d_2 is de volgende. Het diafragma d_1 begrenst de uit het kanon komende bundel en voorkomt daarmee dat elektronen het focusseerrooster g_3 kunnen treffen. De focussering kan dus stroomloos geschieden, hetgeen impliceert dat de spanningsbron voor g_3 een grote inwendige weerstand mag bezitten. Elektronen die aan de rand van d_1 verstrooid worden en tòch g_3 zouden kunnen treffen, worden onderschept door g_2. Het diafragma d_2 begrenst de bundel vóór het binnentreden in het deflectiesysteem.

Door de genoemde bundelbegrenzing met behulp van d_1 en d_2 is de sterkte van de bundel die uiteindelijk op het scherm valt, nog maar een kleine fractie van de oorspronkelijke. Bij een buis met een lage anodespanning, waar het verkrijgen van een voldoend heldere lichtstip tòch al een probleem is, is dit extra ongewenst. Om deze reductie te beperken, moet men de bundel vóór het bereiken van d_1 zo slank mogelijk maken. Dit kan men doen door de lens die gevormd wordt door g_1 en a, sterker te maken. Dit leidt echter al spoedig tot een ontoelaatbare vergroting van de lichtstip op het scherm [6]). Men kan hieraan ontkomen door de focusseerlens naar het scherm toe te verplaatsen, maar het deflectiesysteem moet dan mee opschuiven, hetgeen weer tot een geringere deflectiegevoeligheid leidt. Men moet dus een compromis zoeken. Ten opzichte van de in [5]) beschreven kanonnen is hier de lens g_1-g_2 enigszins versterkt door het „bovenvlak" van g_1 een verdieping te geven.

Het deflectiesysteem

Het deflectiesysteem verschilt in principe niet van dat wat reeds enige tijd in oscillograafbuizen wordt toegepast. Twee details ervan, die in vroegere publikaties geen bijzondere aandacht kregen, willen we kort bespreken. Fig. 3 toont het stel platen D_1 voor de verticale afbuiging (de signaalplaten) en het stel platen D_2 voor de horizontale afbuiging. Voor vlakke, evenwijdige deflectieplaten (zie *fig. 5*) geldt dat R, de uitwijking van de lichtstip op het scherm, gegeven wordt door de formule:

$$R = \frac{Ll}{2V_0 S} V_d \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Hierin is V_0 het door de elektronen doorlopen potentiaalverschil, V_d het potentiaalverschil tussen de deflectieplaten, l de lengte van de platen, S hun afstand en L de afstand van het midden der platen tot het scherm.

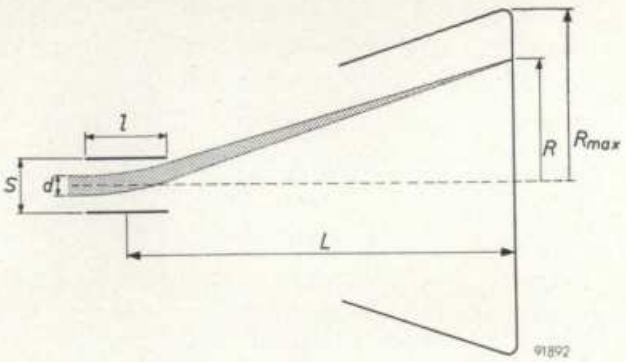


Fig. 5. Afbuiging van een elektronenbundel door vlakke evenwijdige deflectieplaten.

Uit deze formule volgt direct dat men, bij gegeven V_0 en L en gegeven schermdiameter, de maximaal vereiste deflectiespanning kan verlagen door het quotiënt l/S groter te maken. Dit kan echter slechts in beperkte mate, omdat a) de bundeldiameter d (zie fig. 5) niet te klein mag worden in verband met de helderheid van de lichtstip, en b) men bij groter wordende l al spoedig aanlopen van de bundel tegen de platen krijgt, hetgeen vervorming van de signaalweergave ten gevolge heeft. Men kan nu zijn doel toch bereiken door de platen een knik te geven, zoals fig. 3 toont voor de platen D_1 en fig. 4 voor de platen D_2.

Een verbetering van meer recente datum is de vormgeving van de platen D_2, die thans niet meer rechthoekig zijn maar de in fig. 3 aangegeven vorm hebben (vgl. ook fig. 4). Hiermee is bereikt dat de door de platen D_1 afgebogen elektronen, ongeacht de mate van afbuiging, in het systeem D_2 een zelfde effectieve weg doorlopen, d.w.z. een zelfde afbuiging ondergaan. Men voorkomt aldus een kussenvormige vertekening van het beeld.

Een, speciaal voor de buizen met lage V_0 belangrijke, gevolgtrekking uit formule (1) is, dat de gevoeligheid R/V_d van het deflectiesysteem omgekeerd evenredig is met V_0 [7]). Het verlagen van V_0 van

[6]) Meer over deze zg. „voorfocussering" in [5]).

[7]) Weliswaar moet verg. (1) voor geknikte platen iets gewijzigd worden, maar dit heeft geen invloed op de rol van V_0.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

800 V — de minimale waarde voor vorige typen — tot 400 V, zoals bij de beschreven typen is gebeurd, levert dus een twee maal zo grote gevoeligheid op. Voor beide typen buizen is deze (bij $V_0 = 400$ V) voor de signaalplaten D_1 gemiddeld ca. 0,50 mm/V en voor de platen D_2 gemiddeld ca. 0,30 mm/V.

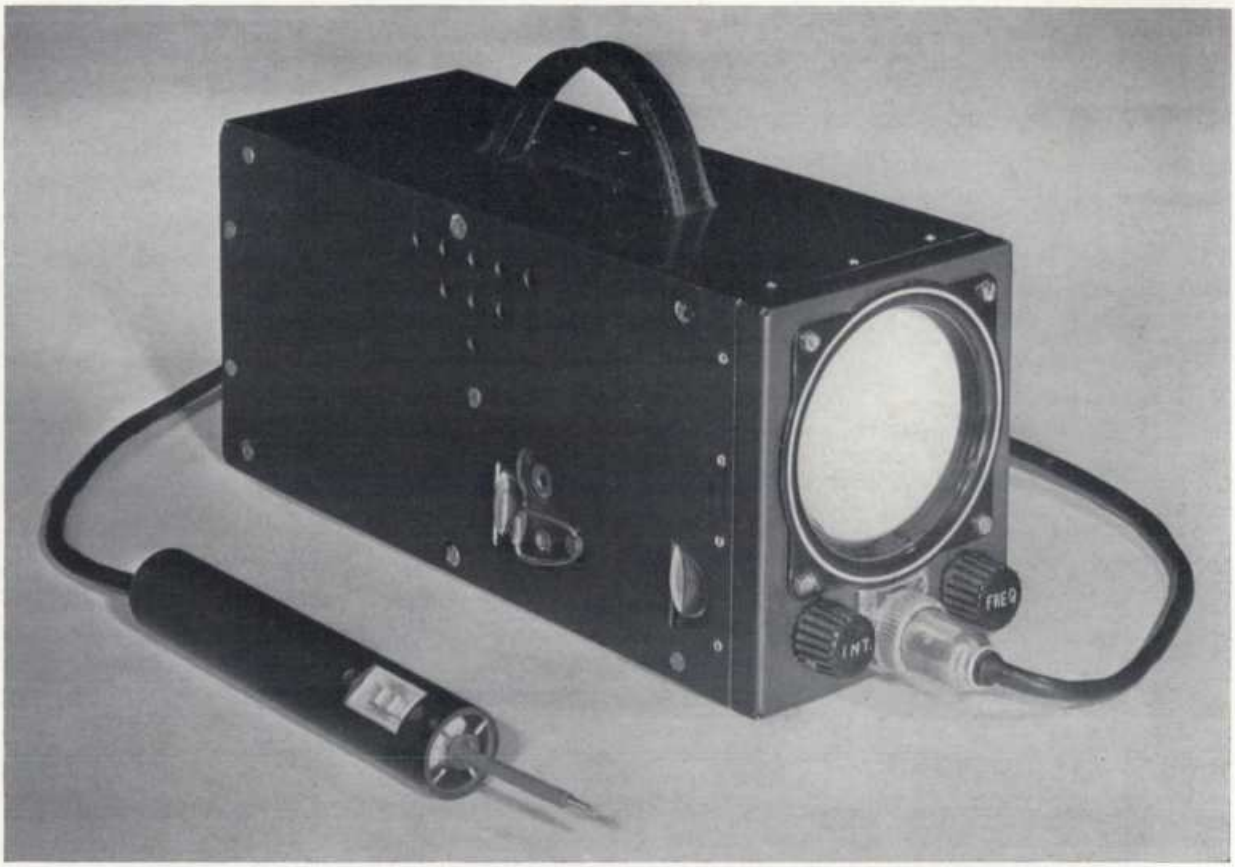


Fig. 6. Een met de buis DG 7-32 uitgeruste kleine oscillograaf (niet in de handel). De in de tekst genoemde eigenschappen zijn als volgt verkregen. De signaalversterker is een tweetrapsversterker. De daarin gebruikte buizen zijn twee triode-pentodes ECF 80. Het triodedeel van de eerste buis gaat in anodebasisschakeling („cathode-follower") aan de eerste pentode vooraf, de tweede triode doet dienst als fazeomkeerbuis. Indien men de oscillograaf uitrust met een verzwakkerkop, kan men nog gunstiger eigenschappen bereiken. In de eerste plaats kan men natuurlijk een sterker ingangssignaal toelaten, maar het is nu tevens mogelijk de ingangscapaciteit te verkleinen tot 5 pF. Men vervangt daartoe de ECF 80 door een combinatie van de pentode EF 80 en de triode EC 92. Laatstgenoemde buis, weer in anodebasisschakeling, wordt dan opgenomen in de verzwakkerkop. De amplitude van de tijdasspanning die nodig is om bij een minimale gevoeligheid van 0,27 mm/volt (bij 400 V anodespanning) een tijdas van 70 mm te verkrijgen, bedraagt 126 volt. Deze spanning wordt opgewekt met behulp van een buis EF 80 in de transitronschakeling van Miller [10]), met een der delen van de dubbeltriode ECC 81 als fazeomkeerbuis. Het andere triodegedeelte fungeert als begrenzer van het synchronisatiesignaal.

Bij de buis DG 7-31, die ontworpen is voor asymmetrische voeding van de platen D_2, is de niet-geaarde plaat op de gebruikelijke wijze aan de kant van de platen D_1 voorzien van twee metalen staafjes loodrecht op het vlak van de plaat. Deze corrigeren de trapeziumvormige vertekening, die een gevolg is van het feit dat hier het gemiddelde potentiaalverschil tussen de platenparen D_1 en D_2 niet gelijk nul is [8]).

Het asymmetrisch aanleggen van de tijdasspanning maakt een vereenvoudiging van de desbetreffende schakeling mogelijk. Het heeft echter het nadeel dat een geringe vertekening toch niet te vermijden is.

Montage

De montage geschiedt, op de reeds eerder beschreven wijze [9]), op keramische staafjes die van een met poederglas gevulde groef zijn voorzien. Bij het monteren worden de staafjes zo hoog verhit dat het glas smelt, zodat de uitsteeksels der elektrodes in de groef gedrukt kunnen worden.

[8]) Zie J. D. Veegens, Philips techn. T. **4**, 210-216, 1939.

[9]) J. de Gier en A. P. van Rooy, Philips techn. T. **9**, 181, 1947.

[10]) Zie b.v. J. Czech, The cathode-ray oscilloscope, Philips techn. Bibliotheek 1957, blz. 77.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Fig. 7. Een met een der beschreven buizen opgenomen oscillogram (ware grootte).

De plaat C (fig. 3) fungeert — behalve als afscherming — als centreerplaat en is voorzien van centreerveren. Bij de buis DG 7-31 verhinderen de aan D_2 bevestigde compensatiestaafjes het aanbrengen van deze plaat op de in fig. 3 aangegeven plaats. Hier werd de centreerplaat gecombineerd met het rooster g_4. Voor het overige zijn de elektrodensystemen van beide buistypen gelijk.

Zoals reeds werd gezegd, kan met de beschreven buizen een zeer compacte en lichte oscillograaf gebouwd worden, b.v. voor televisieservicedoeleinden. *Fig. 6* toont een foto van een dergelijk apparaatje. Dit is uitgerust met de buis DG 7-32. De afmetingen zijn slechts $10 \times 12 \times 27$ cm, het weegt 2,6 kg, en het verbruikt niet meer dan 26 watt [11]).

De gevoeligheid is 100 mV per cm bij een bandbreedte [12]) van de signaalversterker van 3 MHz. De tijdasfrequentie kan gevarieerd worden van 20 Hz tot 25 kHz. De maximaal toelaatbare amplitude van het ingangssignaal bedraagt 15 V. De ingangscapaciteit is 20 pF.

Om een indruk te geven van de kwaliteit van de beschreven buizen, is in *fig. 7* een oscillogram gereproduceerd. Hieraan kan men in het bijzonder het zeer goede scheidend vermogen beoordelen.

[11]) Dit apparaatje werd in het applicatielaboratorium voor katodestraalbuizen te Eindhoven ontwikkeld door J. Stolk en W. D. Minjon.

[12]) Gedefinieerd als het gebied dat begrensd wordt door de frequenties waarbij de amplitude 3 dB is gedaald.

Samenvatting. Beschreven wordt de ontwikkeling van oscillograafbuizen die geschikt zijn voor een anodespanning van slechts 400 V. Er zijn twee typen, DG 7-32 en DG 7-31. Bij het eerste wordt de tijdasspanning symmetrisch aangesloten, bij het andere is een der platen geaard en geschiedt dit dus asymmetrisch. Het fluorescerende scherm is aangebracht door middel van de methode van uitslingeren („flow coating") en niet met behulp van een binder. Een, het scherm bedekkend, binderlaagje zou hier de elektronen te veel afremmen. Ten einde schermoplading te voorkomen, is de ballon ter plaatse van het scherm vooraf voorzien van een geleidend laagje tinoxyde. Deze laag biedt nog twee extra voordelen. In de eerste plaats kan men bij metingen de ballon aanraken zonder de potentiaal van het scherm te veranderen, en verder is het thans mogelijk de katode te aarden, waardoor het niet langer nodig is de voedingstransformator van een aparte gloeistroomwikkeling te voorzien. Het elektrodensysteem is zo ontworpen dat men de intensiteit van de bundel en de focussering onafhankelijk van elkaar kan instellen. De lichtstip op het scherm is klein, zodat het scheidend vermogen zeer goed is. Twee reeds enige tijd toegepaste verbeteringen aan het deflectiesysteem worden behandeld. Tot slot volgen enige gegevens over een oscillograaf van zeer geringe afmetingen en van gering gewicht, waarvan de bouw door het verschijnen van de beschreven buizen thans mogelijk is. Deze mogelijkheid is speciaal van belang voor de radio- en televisieservice en ook voor amateurapparatenbouwers.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

HET FORMULEREN VAN PESTICIDEN

door W. DUYFJES *).

632.95

Land- en tuinbouw staan in toenemende mate bloot aan plagen, veroorzaakt door organismen zoals bepaalde insekten, mijten, schimmels en onkruiden. De chemische bestrijdingsmiddelen tegen deze plagen worden samengevat onder de benaming „pesticiden". In vorige jaargangen van dit tijdschrift is gesproken over het speurwerk dat de N.V. Philips-Roxane verricht bij het zoeken naar nieuwe pesticiden. De waarde van een pesticide hangt niet alleen af van de eigenlijke werkzame stof, maar evenzeer van de „formulering" van het preparaat. Onder „formuleren" wordt verstaan het brengen van dit bestanddeel in een zodanige vorm (oplossing, emulsie, suspensie, enz.) dat het zo doeltreffend mogelijk werkt, bestand is tegen transport en opslag, niet te kostbaar is, enz. De hiermee samenhangende vraagstukken, waarover het onderstaande artikel gaat, worden bestudeerd in het formuleringslaboratorium van de fabriek van genoemde N.V. te Amsterdam.

Chemische bestrijding van agrarische plagen

Het sterk toenemen van de wereldbevolking in de laatste decennia is voor een groot deel toe te schrijven aan de snelle ontwikkeling van de wetenschap in de ruimste zin van het woord. De chemie heeft daarin een groot aandeel gehad: enerzijds hebben medicamenten talloze mensenlevens gered, anderzijds konden door gebruik van kunstmest uitgestrekte onvruchtbare gebieden worden veranderd in cultuurterrein. Deze intensivering van land- en tuinbouw heeft de voedselproduktie aanzienlijk vergroot, maar helaas ook een ongunstig gevolg gehad: schadelijke organismen, zoals bepaalde insekten, spintmijten, schimmels en onkruiden, hebben een nieuwe voedingsbodem gevonden en dreigen de mens het zojuist verworvene weer te ontnemen. Hoewel kleine zoogdieren, vogels, amfibieën, reptielen en spinnen enorme hoeveelheden schadelijke insekten vreten, is dit bij lange na niet genoeg om het gevaar te keren. Verdelging door mechanische methodes bleek al spoedig niet meer economisch te zijn, en zo is de mens thans aangewezen op chemische middelen: de pesticiden. Onder deze verzamelnaam verstaat men insekticiden, acariciden, fungiciden en herbiciden, waarmee resp. insekten, spintmijten, schimmels en onkruiden worden bestreden.

In de vorige eeuw al werden insekten, schimmels en onkruid op kleine schaal met chemicaliën verdelgd. Pas de ontdekking van de insekticide werking van DDT (dichloordifenyltrichloorethaan), door Müller in 1939, was aanleiding tot een groots opgezet vergelijkend onderzoek van de biologische werkzaamheid van reeds bekende stoffen. Nieuwe middelen, hierbij ontdekt, hebben de vóór 1939 gebruikte „natuurlijke" insekticiden (nicotine, rotenon, pyretrinen) en synthetica zoals anorganische arsenaten en fluoriden voor een groot deel verdrongen en het aanzijn gegeven aan een nieuwe chemische industrie. Deze levert jaarlijks duizenden tonnen pesticiden, die bijdragen tot behoud van de oogst.

Wat betreft de insektenbestrijding, was gebleken dat de aanwezigheid van chloor in een organisch molecule in bepaalde gevallen een insekticide werking kon ontplooien. Als gevolg hiervan kwamen na de ontdekking van DDT stoffen in gebruik zoals HCH (hexachloorcyclohexaan), heptachlor, toxafeen, aldrin, dieldrin, endrin, enz.

Een nieuwe groep van insekticiden die werd ontdekt, was die der fosforzure en thiofosforzure esters. Hierop berusten stoffen zoals tetra-ethylpyrofosfaat, parathion, malathion, enz., die snel terrein hebben gewonnen. De aanvankelijk als verbluffend gekenschetste werking van DDT en andere chloorhoudende insekticiden wordt door die van de fosfaten en thiofosfaten nog overtroffen, daar deze een breder werkingsspectrum bezitten; zij zijn namelijk ook werkzaam tegen de spintmijt. Deze ontdekking van Schrader kwam juist op tijd om deze mijt te bestrijden, die in aantal enorm was toegenomen doordat het gebruik van chloorkoolwaterstoffen (DDT, HCH, lindaan, enz.) zijn natuurlijke vijanden had gedecimeerd.

Zulke verstoringen van het biologische evenwicht door uitroeiing van vijanden van schadelijke dieren, alsmede de zich voordoende resistentieverschijnselen, deden de mens beseffen dat de veelal rigoureuze bestrijdingsmethodes vraagstukken opwerpen die de oplossing van het insektenprobleem op korte termijn niet waarschijnlijk maken.

*) N.V. Philips-Roxane, Pharmaceutisch-chemische Industrie „Duphar", Amsterdam.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Zocht men aanvankelijk naar middelen die zo veel mogelijk soorten schadelijke organismen konden doden, de opgedane ervaring wees al spoedig uit dat selectief werkende middelen en vooral een verstandiger gebruik van de fytofarmaceutica betere kansen boden om het gestelde doel te bereiken. Zo zijn er b.v. emfytische (ook wel als systemisch aangeduide) middelen ontwikkeld, zoals „Systox" en „Pestox", die *in* de te beschermen plant worden opgenomen en deze giftig maken voor de te bestrijden parasiet. Ook zijn er specifieke oviciden ontdekt, zoals „Tedion V18" (2,4,5,4'-tetrachloordifenylsulfon) [1]), ter verdelging van de eitjes van de spintmijt, alsmede insekticiden en acariciden met andere werkzame groepen in het molecule. Dit alles geschiedde niet alleen om bepaalde nadelen van de bekende stoffen — zoals verwekking van resistentie, giftigheid voor mens en huisdier — te vermijden, maar vooral om nuttige organismen (vogels, spinnen en andere natuurlijke vijanden van het te bestrijden dier) te sparen en aldus het gecompliceerde evenwicht van de natuur zo weinig mogelijk te verstoren.

Ook bij de schimmelbestrijding zijn goede resultaten geboekt [2]). De vóór 1939 vrijwel uitsluitend gebruikte fungiciden, zoals zwavel, zwavelverbindingen en koperverbindingen, zijn aangevuld met de belangrijke groep van de dithiocarbaminaten, organische kwikverbindingen, trichloormethylderivaten en triazinen. Fungiciden zoals de handelsprodukten zineb en captan hebben algemeen ingang gevonden. Aanwijzingen dat dit problemen zal scheppen zoals zich voordoen bij de insekticiden, zijn tot dusverre niet gevonden.

Dit is evenmin het geval bij de onkruidbestrijding. Een snelle evolutie is hier te danken aan de ontdekking van de „groeistofherbiciden" [3]), die onder namen als MCPA, 2,4-D en 2,4,5-T in de handel zijn gekomen.

Belang van een juiste „formulering"

Bij het gebruik van pesticiden in land- en tuinbouw moet een relatief kleine hoeveelheid van een zeer werkzame stof worden verdeeld over planten die men òf tegen dierlijke plagen of schimmels wil beschermen, òf, als het onkruiden zijn, wil verdelgen. Deze verdeling over een grote oppervlakte kan tot stand worden gebracht door sproeien of spuiten (van een vloeistof), door verstuiven (van een droog poeder) of door vernevelen (van een vloeistof). Dienovereenkomstig spreekt men resp. van sproeimiddelen, stuifmiddelen en aërosols.

Om een preparaat voor één van deze verdelingswijzen geschikt te doen zijn, moet in de fabricage het pesticide met verschillende hulpstoffen worden gemengd tot een handelspreparaat dat òf voor het gebruik gereed is, òf op eenvoudige wijze daartoe gereed gemaakt kan worden (b.v. door toevoegen van water). Van deze hulpstoffen is de draagstof de voornaamste. Andere hulpstoffen zijn, zoals we nog zullen zien, bevochtigers, dispergeermiddelen, hechtmiddelen, enz.

Het kiezen en doseren van deze stoffen — het samenstellen („formuleren") dus van het werkzame bestanddeel met bepaalde hulpstoffen tot een preparaat dat zo veel mogelijk gunstige eigenschappen in zich verenigt — is van uitermate grote betekenis. Aan een fytofarmaceutisch preparaat moet men als eerste eis stellen dat het op één van de bovengenoemde manieren gemakkelijk over een grote oppervlakte kan worden verspreid. Daarbij mag het de spuit, verstuiver of verneveler niet aantasten, verstoppen of snel doen slijten. Verder moet het toegepaste preparaat lang genoeg op de plant hechten om zijn werking te kunnen uitoefenen; het mag dus niet zeer vluchtig zijn, niet te sterk afdruipen en niet door regen of wind snel worden verwijderd. Ook moet het preparaat lang bewaard kunnen worden, niet te kostbaar zijn, enz.

Uitgangspunt bij het formuleren is uiteraard het pesticide zelf. Zeer in het kort zij hier in herinnering gebracht hoe de gang van zaken bij het pesticidenonderzoek van Philips-Roxane is [4]). Het laboratorium te Weesp synthetiseert talrijke stoffen waarvan men een pesticide effect kan verwachten. Het laboratorium „Boekesteyn" onderzoekt deze stoffen op hun pesticide werking en, bij goede uitslag, op giftigheid voor planten. Tevens wordt de giftigheid voor warmbloedige dieren vastgesteld. Vallen deze proeven gunstig uit (wat slechts bij heel enkele het geval is!), dan worden met de stof in een voorlopige formulering verdere biologische proeven en oriënterende „veldproeven" genomen. Is ook hier het resultaat bevredigend en wordt besloten over te gaan tot fabricage, dan treedt in volle omvang het formuleringsvraagstuk op. De vorm van het preparaat en de hulpstoffen kunnen pas worden gekozen indien verschillende eigenschappen van het werkzame bestanddeel bekend zijn: dampspanning, smeltpunt, oplosbaarheid, maalbaarheid, gevoelig-

[1]) J. Meltzer, Het onderzoek van de bestrijding van dierlijke plagen, Philips techn. T. **17**, 120-127, 1955.
[2]) M. J. Koopmans, Fungicidenonderzoek, Philips techn. T. **17**, 238-246, 1955.
[3]) R. van der Veen, Groeistoffen in planten, Philips techn. T. **17**, 266-270, 1955.
[4]) R. van der Veen, „Boekesteyn", het fytofarmaceutisch laboratorium van de N.V. Philips-Roxane, Philips techn. T. **16**, 353-359, 1954, in het bijzonder blz. 357-358.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

heid voor licht, neiging tot reductie of oxydatie, kristallisatievermogen, hydrolyseerbaarheid, enz.

Een verkeerde formulering kan een op zichzelf goed pesticide maken tot een waardeloos produkt. De samenstelling van een preparaat verdient dan ook bijzondere aandacht. Wij laten hier eerst een overzicht volgen van de voornaamste kwesties die zich bij de formulering voordoen.

Algemene beschouwingen over het formuleren

Deeltjesgrootte

Een chemisch bestrijdingsmiddel kan alleen aan zijn doel beantwoorden indien het te bestrijden organisme met de actieve stof in aanraking komt en er voldoende van opneemt. In beide opzichten is het gunstig, de stof fijn te verdelen. Hoe kleiner de deeltjes zijn, des te groter is de werkzame oppervlakte: immers, gaat men b.v. uit van korrels van 1 mm middellijn en maalt men deze tot deeltjes van 10^6 maal kleiner volume, dus met een diameter van 10 μ, dan hebben deze gezamenlijk een oppervlakte die 100 maal zo groot is als de oorspronkelijke. In dezelfde mate is de aanrakingskans van het organisme toegenomen. Bovendien zal dit laatste de kleinere deeltje gemakkelijker opnemen.

Hoe klein de deeltjes moeten zijn om voldoende werkzaam te zijn, hangt af van allerlei factoren: van de beschouwde actieve stof, van het te bestrijden organisme, van de wijze van toepassing en van klimatologische omstandigheden. In het algemeen echter kan men zeggen dat preparaten waarin de deeltjes van de actieve stof groter zijn dan 50 μ, weinig effectief zijn, tenzij het preparaat wordt gebruikt in de vorm van een (echte) oplossing. 10 tot 30 μ is doorgaans een bevredigende diameter voor insekticiden. Insekten nemen dank zij hun in de regel grote beweeglijkheid relatief veel van een bepaalde stof op. Bij de bestrijding van mijten, in het bijzonder van hun larven of eitjes, moet worden gestreefd naar een fijnere verdeling, daar deze organismen veel kleiner zijn dan de meeste insekten en minder beweeglijk.

Nog fijnere verdeling vraagt de schimmelbestrijding. Een deeltjesgrootte van slechts enkele μ geldt als norm voor fungiciden die in suspensie of als stuifmiddel worden gebruikt.

Een zeer fijne verdeling heeft overigens ook nadelen. De vergroting van de oppervlakte, die met fijnere verdeling gepaard gaat, bevordert namelijk het verdampen. Vooral bij insekticiden, waarvan sommige een merkbare dampspanning bezitten, en waarbij men het moet hebben van het residu dat op de plant achterblijft, zou bij al te fijne verdeling de bescherming van te korte duur zijn. (Men bedenke in dit verband dat malen nooit een uniform produkt levert: maalt men tot een gemiddelde deeltjesgrootte van b.v. 10 μ, dan ontstaan er tevens een groot aantal veel kleinere deeltjes, die relatief snel verdampen.)

Vluchtigheid kan bovendien allerlei ongewenste reacties aan de dag doen treden. Een eventuele „chemische onverenigbaarheid" met de hulpstoffen (hierover aanstonds meer) en een eventuele giftigheid voor de te beschermen plant komen bij kleinere deeltjes sterker tot uiting. Dit geldt ook voor kluitvorming van poedervormige preparaten bij langdurige opslag, vooral onder verhoogde druk (op elkaar gestapelde zakken) en tropische temperaturen. Door kluitvorming kan b.v. de spuit of verstuiver verstopt raken; er is dan een hulpstof nodig om dit tegen te gaan. De Wereldgezondheidsorganisatie heeft eisen opgesteld waaraan bepaalde fytofarmaceutische preparaten moeten voldoen. Hierin is o.a. een „tropische opslagproef" omschreven; de mate waarin een preparaat deze proef doorstaat, geeft een indruk omtrent de te verwachten duurzaamheid bij transport en opslag in de tropen.

Draagstof

Als belangrijkste hulpstof noemden wij al de draagstof. Deze heeft in vele gevallen de functie, de actieve stof beter te verdelen. Vaak ook dient hij als maalmedium en als adsorbens, dat de actieve stof geleidelijk doet vrijkomen (wat niet te vlug, maar ook niet te langzaam mag gebeuren). Hoewel laboratoriumproeven, wat dit laatste betreft, al belangrijke aanwijzingen kunnen geven, moet bij poedervormige preparaten ook altijd biologisch worden getoetst of de werkzaamheid dicht genoeg bij de optimale ligt.

Bij het ontwikkelen van een preparaat dient men rekening te houden met de zoëven genoemde „chemische onverenigbaarheid". Een insekticide zoals DDT kan onder invloed van OH-ionen onder afsplitsing van HCl overgaan in een biologisch inactieve stof. Het zal dus in het algemeen niet gecombineerd mogen worden met een basisch reagerende draagstof (in bepaalde gevallen echter zijn basisch reagerende draagstoffen toch verenigbaar met HCl-afsplitsende pesticiden). Omgekeerd kan chemische afbraak van het pesticide juist worden veroorzaakt door sommige neutrale of zelfs zwak zuur reagerende draagstoffen, als gevolg van bepaalde verontreinigingen in de draagstof, die een katalytische ontleding inleiden. Om al deze redenen mag een verenigbaarheidsproef — die eenvoudig en snel is uit te voeren — niet achterwege blijven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Sommige draagstoffen bevatten schurende bestanddelen. Indien deze een bepaalde structuur, hardheid en korrelgrootte bezitten, kunnen zij de cuticula (opperhuid) van insekten dusdanig beschadigen dat het water uit het insekt verdampt, zodat het dier door uitdroging te gronde gaat. Zulke draagstoffen hebben dus zelf een insekticide werking. Niettemin zijn zij zeer ongewenst, daar zij ook nuttige insekten kunnen doden, het gewas mechanisch beschadigen en de verstuiver of spuit snel doen slijten.

Poedervormige preparaten kan men onderscheiden in stuifpoeders en spuitpoeders. Deze verschillen onderling sterk in het gehalte aan werkzaam bestanddeel. Een stuifpoeder is een voor het gebruik gereed preparaat en heeft daarom een vrij laag gehalte aan actieve stof. Een spuitpoeder daarentegen moet vóór het gebruik in water worden gesuspendeerd; hier is de eigenlijke („secundaire") draagstof dus water. Terwille van de economie (vrachtkosten) geeft men spuitpoeders een zo hoog mogelijk gehalte aan actieve stof. De in het poeder aanwezige („primaire") draagstof moet hier dus een veel groter adsorberend vermogen hebben. Het gevaar van samenklonteren (zie boven) is daarbij aanmerkelijk groter. Spuitpoeders vereisen bij het formuleren dan ook grotere zorg dan stuifpoeders.

Andere hulpstoffen

Wegens het waterafstotende karakter van vele pesticiden is voor het suspenderen in water een bevochtiger nodig, een stof dus die de oppervlaktespanning van water verlaagt. Ook deze hulpstof moet „verenigbaar" zijn met de actieve stof en met zowel de primaire als de secundaire draagstof (water). Zeep — de klassieke oppervlakteactieve stof — is hier onbruikbaar wegens zijn gevoeligheid voor Ca- en Mg-ionen. Saponine en soortgelijke natuurstoffen zijn in de fytofarmaceutische industrie geheel verdrongen door de goedkopere synthetische middelen zoals vet-alcoholsulfaten, alkylarylsulfonaten, polyethyleenglycolen, enz. Slechts weinige % hiervan zijn voldoende om het preparaat bevochtigbaar te maken.

Spuitpoeders moeten een zodanig gehalte aan bevochtigingsmiddel bevatten dat de oppervlaktespanning van de uit het poeder en water bereide spuitvloeistof toch nog hoog genoeg is om te voorkomen dat het middel te snel van de planten zou afdruipen of dat een sterk schuimen in de sproeitank hinder zou veroorzaken. Bepaalde oppervlakteactieve stoffen stimuleren bovendien de werking van de actieve stof, zodat de keus ervan niet alleen wordt bepaald door fysisch-chemische, maar ook door biologische eigenschappen.

Behalve een bevochtiger is in een spuitpoeder meestal nog een dispergeermiddel noodzakelijk, om flocculatie tegen te gaan, d.i. vorming van aggregaten uit de fijn gedispergeerde partikeltjes. Als gevolg van flocculatie zou namelijk een snelle sedimentatie van de gesuspendeerde stof optreden, gepaard gaand met vermindering van de werkzame oppervlakte van het pesticide en verstopping van de spuit.

In bepaalde gevallen zullen spuitpoeders ook een hechtmiddel moeten bevatten. Dit verlengt de werkingsduur, wat vooral nuttig is bij fungiciden met slecht hechtingsvermogen en bij insekticiden die als maagvergift werken (zie het in [1]) aangehaalde artikel, blz. 120). Een zeer sterk hechtend residu is echter ongewenst indien de actieve stof bijzonder giftig voor mens en huisdier is en tegelijk zeer stabiel.

Indeling van de preparaten

Al naar de wijze waarop een pesticidepreparaat over de planten wordt verspreid, hebben wij hierboven onderscheid gemaakt tussen sproeimiddelen, stuifmiddelen en aërosols. De eerste en de derde groep kunnen nog worden onderverdeeld. Zo komen wij tot de volgende indeling:

- Sproeimiddelen . . { oplossingen, emulsies, gesolubiliseerde oplossingen, suspensies.
- Stuifmiddelen.
- Aërosols . . . . . { rookmiddelen, preparaten voor vloeistofverneveling, dampmiddelen.

In het volgende behandelen wij de principes van de formulering dezer verschillende groepen.

Sproeimiddelen

Oplossingen

Een „echte" oplossing (in tegenstelling met een emulsie of een suspensie) levert de beste verdeling van een pesticide. De te verdelgen insekten, mijten, schimmels of onkruiden worden met het middel doordrenkt, en nadat het oplosmiddel is verdampt, zijn zij met een homogeen laagje of een „kristaltapijt" van het pesticide bedekt.

In de handel vindt men sproeimiddelen die voor gebruik in oplossing bestemd zijn, zowel in vloeibare

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

als in poedervorm. De eerste behoeven voor het gebruik slechts met water (in zeldzame gevallen met petroleum) tot de juiste concentratie te worden verdund; de poedervormige moeten in water worden opgelost. Om ongewenste reacties met hard water te voorkomen, dient het preparaat vaak bepaalde hulpstoffen te bevatten. Overigens biedt de formulering van in water oplosbare pesticiden geen grote problemen.

De moderne middelen ter bestrijding van insekten of mijten, zoals DDT, HCH, lindaan, „Tedion V18" en vele andere zijn zeer moeilijk in water oplosbaar en daarom niet te gebruiken in de vorm van een echte oplossing. Om ze toch met water te kunnen verspuiten, moet men kunstgrepen toepassen, die wij in de paragraaf „Emulsies" zullen beschrijven. Van de weinige insekticiden die voor normale toepassing wèl voldoende in water oplossen, noemen wij nicotine (nu weinig meer gebruikt).

Een bijzondere plaats neemt het al in 1892 en ook nu nog gebruikte DNC (4,6-dinitro-orthocresol) in, wegens zijn fenolstructuur. DNC is een in water moeilijk oplosbaar zuur, maar door het „zure" H-atoom te vervangen door Na, K of NH_4, kan men er zouten van bereiden die voldoende in water oplossen. Deze zouten zijn biologisch minder werkzaam dan het zuur; in verband hiermee is het ammoniumzout het gunstigst, omdat het na het spuiten vrij snel ontleedt in het actievere DNC-zuur en NH_3. De werking van DNC en zijn zouten is zowel insekticide (en wel ovicide) als herbicide. Wegens het fytotoxische effect mogen zij als ovicide, voor het doden van bladluiseitjes in vruchtbomen, alleen worden gebruikt in de winter, d.w.z. gedurende de rustperiode van de bomen.

Van de weinige fungiciden die in water voldoende oplossen, noemen wij Californische pap (calciumpolysulfide) en bepaalde organische kwikverbindingen. Bekende fungiciden zoals koperoxychloride, captan, zineb en vele andere worden, wegens hun geringe oplosbaarheid in water, verspoten als suspensie (zie aldaar).

Bij de herbiciden is het aantal in water voldoende oplosbare stoffen groter. Wij beperken ons hier tot de groeistofherbiciden [3]). De meeste hiervan zijn derivaten van fenoxyazijnzuur. De voornaamste hebben wij boven al genoemd: MCPA (2-methyl, 4-chloorfenoxyazijnzuur), 2,4-D (2,4-dichloorfenoxyazijnzuur) en 2,4,5-T (2,4,5-trichloorfenoxyazijnzuur). Zij vertonen een merkwaardige selectiviteit ten aanzien van een- en tweezaadlobbigen. Dank zij deze eigenschap kan men tweezaadlobbige onkruiden te midden van eenzaadlobbige granen of grassen verdelgen, zonder merkbare schade voor de eenzaadlobbigen. Om hierbij van volledig succes zeker te zijn, moet men, zoals uit het volgende zal blijken, bij de formulering bepaalde voorzorgen nemen.

MCPA-preparaten komen meestal in de handel als geconcentreerde oplossing van het Na-, K- of NH_4-zout in water. Aangezien de overeenkomstige zouten van tweewaardige metalen moeilijk in water oplosbaar zijn, kunnen bij het verdunnen met hard water Ca- en Mg-methylchloorfenoxyacetaat neerslaan. Dit kan leiden tot verstopping van de sproeier. Bovendien zijn deze acetaten niet als herbicide werkzaam, zodat een deel van het MCPA geïnactiveerd wordt. Daarom is het wenselijk, bij de formulering „sequestrerende" stoffen toe te voegen, d.z. stoffen die Ca- en Mg-ionen complex binden, zodat een reactie met het fenoxyacetaat niet meer mogelijk is. Ook synthetische dispergeermiddelen worden voor dit doel toegepast. Men moet daarvan vooral niet te veel toevoegen, anders krijgt men een sproeivloeistof die de planten te sterk bevochtigt; het blijkt dat ook eenzaadlobbigen dan schade kunnen ondervinden.

De alkalizouten van 2,4-D zijn betrekkelijk weinig in water oplosbaar. Daarom zijn zij niet in de handel als oplossing, maar uitsluitend als poeder, dat in een concentratie van enkele tienden % met water wordt verspoten. Zeer goed in water oplosbaar zijn evenwel de aminezouten van 2,4-D; een oplossing van 40% 2,4-D in de vorm van het tri-ethanolaminezout is zeer stabiel, zelfs bij matige vorst. Ook de mono- en de di-ethanolaminezouten zijn bruikbaar, evenals de mono-, di- en trimethylamine- en morfolinezouten. Belangrijk bij deze geconcentreerde zoutoplossingen is de juiste p_H-waarde. De bereiding van deze preparaten is zeer eenvoudig.

De alkalizouten van 2,4,5-T zijn nog moeilijker in water oplosbaar dan die van 2,4-D en worden daarom niet gebruikt. Hoewel de organische aminezouten van 2,4,5-T redelijk oplosbaar zijn, hebben ze geen grote toepassing gevonden, vooral omdat bepaalde esters van 2,4,5-T [5]) een aanzienlijk betere herbicide werking hebben dan de zouten. Daar deze esters niet voldoende in water oplosbaar zijn, moeten zij op een bijzondere manier worden geformuleerd. Dit zal worden besproken in de volgende paragraaf.

Emulsies

De insekticide werking van minerale oliën is al ruim 200 jaar bekend. Het heeft meer dan een eeuw geduurd voordat men erin slaagde, stabiele emulsies van petroleumkoolwaterstoffen in water

[5]) Philips techn. T. **18**, 233, 1956 (no. 8).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

te bereiden — tweefazige systemen dus, bestaande uit water waarin olie als fijne druppeltjes is gedispergeerd. Nu ruim 80 jaar geleden kwamen de eerste geëmulgeerde preparaten in de handel, die tegen bepaalde schildluizen en spintmijten werden gebruikt.

De tekortkomingen van deze produkten waren talrijk en meestal een gevolg van de gevoeligheid van de destijds gebruikte emulgator, zeep, voor hard water, dat de emulsie deed „breken" (in olie en water uiteenvallen). Toen emulgatoren beschikbaar kwamen die niet de gebreken van zeep hebben — zoals eiwitstoffen (b.v. caseïne), cellulosederivaten en vooral de synthetische detergentia — konden emulsies van minerale oliën bereid worden die nog steeds voortreffelijke diensten bewijzen bij de spintbestrijding, vooral in de citruscultuur.

Tevens is ontdekt dat een emulgator, opgelost in een minerale olie of in een destillatieprodukt van teerolie, deze stoffen de eigenschap geeft, in water spontaan een emulsie te vormen. Dit is op grote schaal toegepast in de zg. wintersproeimiddelen ter bestrijding van de eitjes van bladluizen. Het zg. vruchtboomcarbolineum wordt jaarlijks in enorme hoeveelheden daartoe gebruikt, niettegenstaande de voordelen die DNC biedt (zie boven).

De gebruiker kan op twee manieren een verspuitbare emulsie bereiden:

1) door een geconcentreerde, in voorraad gehouden, emulsie („stam-emulsie") met water te verdunnen,
2) door een zg. mengbare olie in water uit te gieten.

Stamemulsies. Geconcentreerde emulsies van minerale oliën in water zijn vrij gemakkelijk te bereiden. Een gebruikelijke techniek is dat men aan de waterfaze, waarin al een emulgator (meestal een colloïde zoals ammoniumcaseïnaat) is opgelost, onder voortdurend roeren de oliefaze discontinu toevoegt, tot een emulsie met zeer grote viscositeit is ontstaan; vervolgens verdunt men deze met water tot de juiste concentratie. Op deze manier kan men nog goed vloeibare stamemulsies fabriceren met een gehalte van 80% minerale olie. Het gehalte aan emulgator kan daarbij gering zijn, b.v. 0,5%. Het voordeel van zo'n laag gehalte is dat de emulsie na het verspuiten spoedig breekt; de actieve olie blijft daarbij hechten aan het behandelde gewas, terwijl het water afdruipt en verdampt.

Bevat de oliefaze van de emulsie nog een andere stof, zoals b.v. DNC, dan zal gezorgd moeten worden voor een lage p_H-waarde van de emulsie, om te vermijden dat DNC uit de oliefaze in de waterfaze migreert. Dit treedt namelijk gemakkelijk op bij emulsies welke met ammonia gestabiliseerd zijn en waarbij dan de vorming van ammoniumdinitrocresolaat in de waterfaze een gevolg is. Bij het breken van de emulsie gaat dan een deel van de actieve stof met het afdruipende water verloren, vooral als de oppervlaktespanning van de sproeivloeistof laag is.

Een algemeen voordeel van stamemulsies is nog dat het onverschillig is of men voor het verdunnen zacht dan wel hard water gebruikt; in dit opzicht onderscheiden zij zich gunstig van de mengbare oliën. Door bepaalde toevoegingen kan men bijzondere effecten teweegbrengen: verlengde werkingsduur, combineerbaarheid met fungiciden, insekticiden of acariciden van geheel andere formulering, enz.

Tegenover deze voordelen staan enige nadelen. In de eerste plaats noemen wij de gevoeligheid voor temperatuurwisselingen en de mogelijkheid van bevriezen. Door een juiste keuze van de emulgator echter kan dit bezwaar worden ondervangen; er zijn emulsies bereid die zowel tegen vorst als tegen tropische temperaturen bestand zijn. Een ander nadeel is het gevaar van ongewenste reacties met de emballage. Ook weegt zwaar dat vele waardevolle pesticiden wegens hun hydrolyseerbaarheid niet tot duurzame stamemulsies kunnen worden verwerkt, b.v. een aantal thiofosforzure esters (malathion, parathion), chloorkoolwaterstoffen met labiele Cl-atomen (toxafeen, dieldrin, aldrin) en esters van 2,4-D en 2,4,5-T (zie boven).

Wegens deze nadelen zijn de stamemulsies langzamerhand verdrongen door de mengbare oliën.

In twee gevallen echter hebben zij zich volledig kunnen handhaven.

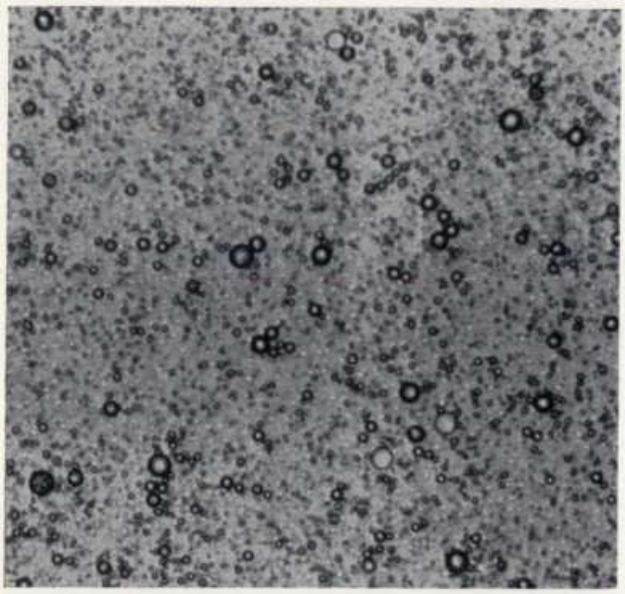
1) De zg. „witte olie", een emulsie van geraffineerde minerale olie, vindt nog op grote schaal toepassing, omdat de fytotoxiciteit geringer is dan die van mengbare oliën. Misschien is dit toe te schrijven aan een „verzachtende werking" van de emulgator: bij het breken van de emulsie zou de zwaardere waterlaag welke het colloïde bevat, direct contact van de olie met het gewas verhinderen.

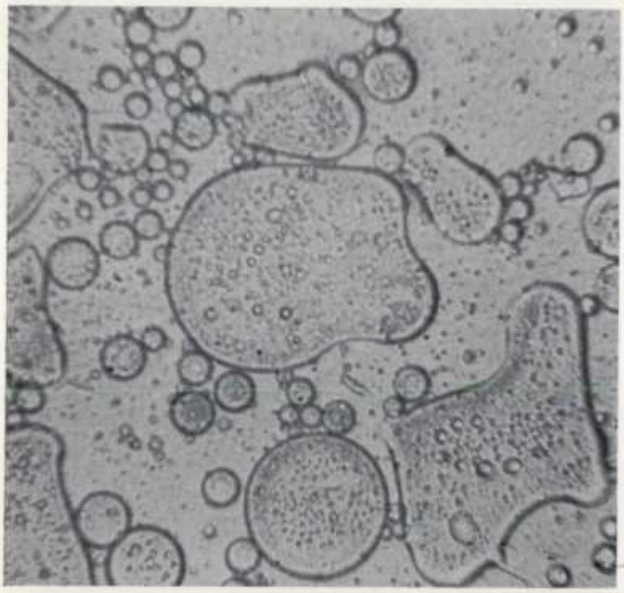
2) Vele sterk zure pesticiden kunnen gemakkelijker als stamemulsie dan als mengbare olie worden geformuleerd. B.v. pentachloorfenol; deze stof wordt o.a. gebruikt als loof„verbrandings"middel, waarmee men aardappelplanten snel van hun loof kan ontdoen (wat het rooien vergemakkelijkt en tevens eventuele besmetting met aardappelziekte te niet doet). Bij goede formulering geeft pentachloorfenol een snel brekende emulsie, zoals voor dit doel wenselijk is.

Mengbare oliën. „Mengbare", d.w.z. emulgeerbare, oliën zijn eenfazige systemen die bij menging met water spontaan een emulsie vormen, waarbij de olie zich als druppeltjes (discontinue faze) in het water (continue faze) verdeelt. De microfoto's *fig. 1* tonen resp. een mengbare olie in emulsie, het breken van de emulsie, en het residu. In de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023





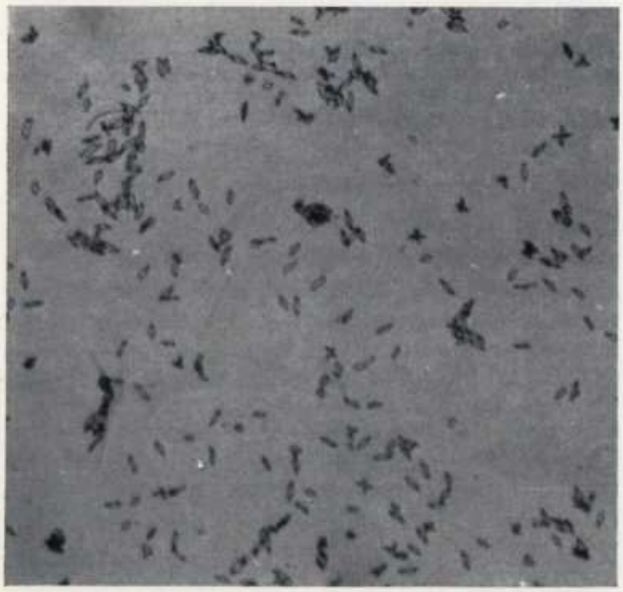


Fig. 1. Microfoto's, betrekking hebbend op het acaricide „Tedion V18", geformuleerd als mengbare olie. Vergroting 500×. Van boven naar beneden:
Emulsie van de mengbare olie in water.
De emulsie is bezig te „breken". In de reeds vrij groot geworden oliedruppels (nog altijd door water omgeven) zijn waterdruppeltjes geëmulgeerd.
Na het breken van de emulsie en het verdampen van het oplosmiddel blijft een residu achter in de vorm van fijne kristalletjes.

eenvoudigste vorm bestaan de mengbare oliën[6]) uit twee componenten: een actieve vloeistof en, daarin opgelost, een emulgator. Naar we aanstonds zullen zien, zijn echter in de praktijk gecompliceerdere samenstellingen noodzakelijk.

De moleculen van een emulgator bestaan uit een hydrofoob gedeelte met affiniteit tot de oliefaze, en een hydrofiele rest met affiniteit tot de waterfaze. Giet men een mengbare olie in water uit, dan richten de emulgatormoleculen zich; zij vormen aan de grensvlakken van olie en water schakels tussen deze beide fazen, die oorspronkelijk niet mengbaar waren. De emulsie vormt zich nu onmiddellijk. Zij heeft bij mengbare oliën meestal een tweeslachtig karakter, d.w.z. *in* de gedispergeerde oliefaze treft men bij microscopisch onderzoek nog een gedispergeerde waterfaze aan (fig. 1); voor de toepassing is dit verschijnsel van geen belang.

Moderne emulgatoren voor het bereiden van mengbare oliën zijn bijna altijd mengsels van twee oppervlakteactieve stoffen waarvan de ene geen ionen vormt en de andere anionen aan het grensvlak vormt. Deze stoffen moeten van geval tot geval bij elkaar passend worden gekozen, zodanig dat zo goed mogelijke resultaten worden verkregen met water van allerlei hardheid. Vaak is een stabilisator nodig, om de emulgator zodanig te beschermen tegen reactie met ontledingsprodukten van de actieve stof (zie beneden) dat de emulgeerbaarheid behouden blijft.

De keuze van de emulgator hangt niet alleen af van zijn fysische en chemische eigenschappen, maar ook van zijn biologische kwaliteiten. Sommige emulgatoren zijn namelijk voor de plant vrij giftig. Na verspuiten van het middel bevat de vrijgekomen oliefaze nog een deel van de emulgator; deze dringt door zijn affiniteit tot hydrofobe en hydrofiele grensvlakken dieper in de plant door dan de (meestal hydrofobe) actieve stof zelf en kan aldus aan gevoelige gewassen vrij veel schade toebrengen.

Gevaar voor de plant dreigt niet alleen van de zijde van de emulgator, maar ook doordat bij ontleding

[6]) Onder „olie" wordt hier verstaan iedere niet met water mengbare vloeistof.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van de actieve stof reactieprodukten kunnen ontstaan die fytotoxisch zijn. Deze ontleding kan worden veroorzaakt door de aanwezigheid van te veel water of van metalen (ijzeren of blikken emballage). Daarom moet het watergehalte van mengbare oliën zo klein mogelijk worden gehouden (0,2% is in gunstige gevallen nog toelaatbaar), en metalen emballage moet deugdelijk met kunsthars bekleed zijn.

In een mengbare olie kan behalve een emulgator en een stabilisator nog een component nodig zijn, en wel een oplosmiddel voor de actieve stof zelf indien deze vast of zeer viskeus is. Als oplosmiddel dient meestal een mengsel van twee of meer vloeibare koolwaterstoffen (xyleen, petroleum).

Een algemeen gevolgde, maar niet onbedenkelijke, techniek is het spuiten van een combinatie van fytofarmaceutische preparaten, b.v. een emulsie van een insekticide en een suspensie van een fungicide. De resultaten hiervan stellen dikwijls teleur, vooral als de suspensie sterk hydrofobe bestanddelen heeft. Een emulsie van parathion b.v., gecombineerd met een suspensie van zineb, neigt sterk tot uitvlokken. Dit leidt snel tot verstopping van de spuit en vermindert tevens de werkzaamheid van beide stoffen. In het algemeen moeten combinaties van emulsies en suspensies dan ook worden afgeraden.

Mengbare oliën kunnen wèl zodanig worden geformuleerd dat zij fysisch verenigbaar zijn met andere preparaten (ook met suspensies). In de mengbare olie moet dan een grote hoeveelheid van een sterk hydrofiele emulgator worden verwerkt. Dit maakt echter de economie van zulke preparaten twijfelachtig.

Gesolubiliseerde oplossingen

Onder gesolubiliseerde oplossingen verstaan wij heldere of transparante oplossingen van bepaalde preparaten in water; deze preparaten zijn eenfazige systemen, samengesteld uit een niet met water mengbare stof, één of meer oppervlakteactieve stoffen en bepaalde oploshulpmiddelen (co-solvents), in de juiste verhouding. Bedoelde preparaten zijn gekenmerkt door een hoog gehalte aan emulgator (meestal hydrofiel); de oploshulpmiddelen zijn in de regel alcoholen. De grensvlakspanning tussen actieve stof en water is dan nagenoeg nihil, d.w.z. de mengbaarheid is vrijwel volkomen. De actieve stof wordt daarbij bijzonder fijn verdeeld (deeltjes van enkele tienden tot enkele duizendsten micron).

Gesolubiliseerde oplossingen werden toegepast voor DDT-preparaten, maar zij bieden voor zulke middelen weinig voordeel. Belangrijk daarentegen zijn zij voor emfytische middelen. Het spreekt vanzelf dat zowel de actieve stof als de emulgator volkomen ongevaarlijk moet zijn voor de plant zelf, en dat eventuele voor mens of huisdier giftige afbraakprodukten zich niet mogen ophopen in delen van de plant die voor consumptie zijn bestemd. De toxiciteit voor plant en dier vereist hier dus een diepgaand onderzoek.

Voor groeistofherbiciden hebben gesolubiliseerde oplossingen nog weinig ingang gevonden. Men mag verwachten dat esters van 2,4-D of 2,4,5-T in gesolubiliseerde vorm sneller in de uit te roeien planten zullen worden opgenomen dan het residu van de gebruikelijke snel brekende emulsies. Verder onderzoek zal moeten uitmaken welke formulering de voorkeur verdient.

Suspensies

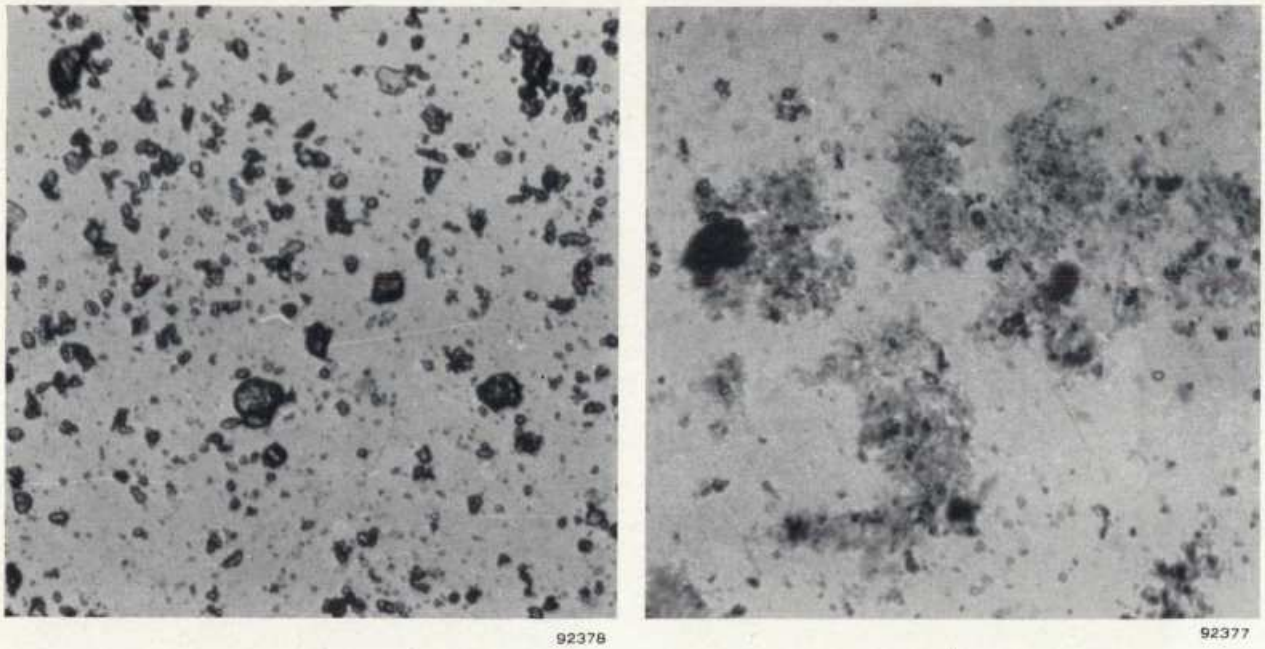
Suspensies zijn tweefazige systemen die bestaan uit een fijn verdeelde vaste faze in een vloeibare faze (hier meestal water), zie *fig. 2a*. Evenals emulsies, kunnen suspensies worden verkregen door hetzij een geconcentreerde pasta met water te verdunnen, hetzij een zg. verspuitbaar poeder (niet te verwarren met een verstuifbaar poeder!) met water te mengen.

Bij het formuleren van een pasta komt men voor de moeilijkheid te staan dat de deeltjes van de actieve stof zeer klein moeten zijn, omdat anders de in water gesuspendeerde stof te snel zou uitzakken (volgens de wet van Stokes is de snelheid van uitzakken evenredig met het kwadraat van de middellijn der vaste deeltjes). Malen van de actieve stof in b.v. colloïdmolens is betrekkelijk weinig effectief en zeer kostbaar. De meeste insekticiden en acariciden zijn dan ook niet als pasta in de handel. Bij verschillende fungiciden echter kan men de actieve stof bereiden als neerslag in een waterfaze; de zo verkregen deeltjes zijn dan zonder malen al klein genoeg (enkele μ of nog minder) om bruikbare pasta's te leveren. Op deze manier zijn zeer goede preparaten te maken, o.a. van basische koperzouten. Een nadeel van geconcentreerde pasta's is de relatief dure verpakking. Blik komt wegens corrosie niet in aanmerking; ook in beklede vorm is het niet voldoende betrouwbaar, zodat men is aangewezen op geheel plastieken emballage.

De verspuitbare poeders zijn praktischer en goedkoper dan de pasta's. Dank zij de moderne maaltechniek kunnen vaste actieve stoffen samen met de hulpstoffen worden gemalen tot deeltjes van gemiddeld 10 μ of zelfs kleiner. Moderne molens voor dit doel *(fig. 3)* bezitten een capaciteit van 500 tot 1000 kg per uur. Het gehalte aan actieve stof kan aanzienlijk hoger worden opgevoerd dan in pasta's, en de verpakking van het poeder levert geen moeilijkheden op. Toch vraagt de formulering van verspuitbare poeders bijzondere aandacht. In suspensie

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023



a *b*

Fig. 2. „Tedion V18" in suspensie, (*a*) niet uitgevlokt, (*b*) ten dele uitgevlokt. Vergroting 500×.

vertonen de deeltjes namelijk neiging tot flocculatie (fig. 2*b*), vooral onder invloed van de in hard water aanwezige Ca- en Mg-ionen; de geflocculeerde partikels gedragen zich als grovere deeltjes, d.w.z. zij bezinken sneller. Een overmaat aan bevochtigers, sequestrerende stoffen en dispergeermiddelen brengt hierin verbetering, echter met als gevolg een slechtere hechting aan de plant, dus weinig residu, vooral bij regen.

Voor het verkrijgen van een suspensie met goed „zweefvermogen" is het essentieel dat de draagstof de actieve stof goed adsorbeert. Laatstgenoemde (behalve lindaan, dat chemisch zuiver kan worden bereid) bevat steeds verontreinigingen, dikwijls van olieachtig karakter. Dit bevordert sterk het flocculeren en bemoeilijkt bovendien het maalproces door versmeren van de molens. Stoffen zoals aluminiumsilicaat, synthetisch calciumsilicaat en colloïdaal siliciumdioxyde zijn als draagstof zeer bruikbaar gebleken. Zij munten uit door een fijne structuur, gering gewicht en sterke adsorptie van kleverige pesticiden. Hun prijs is vrij hoog, maar dit nadeel wordt enigszins gecompenseerd doordat hun sterk hydrofiele karakter maakt dat men met een gering gehalte aan bevochtigers en dispergeermiddelen kan volstaan.

Dank zij het hoge gehalte aan actieve stof van de verspuitbare poeders zijn de vrachtkosten relatief laag en stuit transport over grote afstanden dus niet op economische bezwaren af. Een voordeel is ook dat men er, door verdunning met in het land van import beschikbare draagstoffen, stuifpoeders van kan bereiden, die droog worden verstoven (zie het volgende hoofdstuk). Bij tropische temperaturen dreigt het gevaar van samenklonteren, vooral bij HCH- en DDT-preparaten met 75 of meer % actieve stof; dit is tegen te gaan door in het preparaat colloïdaal siliciumdioxyde te verwerken.

Aan de genoemde voordelen van verspuitbare poeders kunnen wij nog toevoegen dat zij in het algemeen voor mens, huisdier en gewas minder giftig zijn dan de emulsies en beter combineerbaar met andere preparaten. Men mag dan ook verwachten dat op den duur de vloeibare concentraten minder gebruikt zullen worden en dat de verspuitbare poeders veld zullen winnen.

Stuifmiddelen

Stuifmiddelen zijn droge poeders, die direct voor het gebruik gereed zijn. Het gehalte aan actieve stof is enige tienden % tot een paar %. Wegens het overeenkomstige grote gehalte aan inerte draagstof is het van groot belang dat de actieve stof fijn en gelijkmatig door de gehele massa is verdeeld.

De actieve stof kan vast zijn of min of meer vloeibaar. Is hij vast, dan wordt het stuifpoeder veelal bereid door de draagstof te mengen met een fijn gemalen voorconcentraat van de actieve stof. Fysische eigenschappen van deze laatste, zoals hardheid, smeltpunt, hydrofiel of hydrofoob karakter, bepalen in hoofdzaak de keus van de draagstof en de eventuele andere hulpstoffen. Om ontmenging

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

van het preparaat gedurende opslag en transport of tijdens het verstuiven te voorkomen, moet men ervoor zorgen dat de deeltjes uniform zijn; dit verkleint namelijk het effect van grote verschillen in soortelijk gewicht van de diverse bestanddelen.

een vluchtig oplosmiddel). Bij deze werkwijze moet de draagstof goed adsorberende eigenschappen hebben, vooral indien men voorconcentraten wil bereiden.

Het gerede preparaat, onverschillig of het volgens

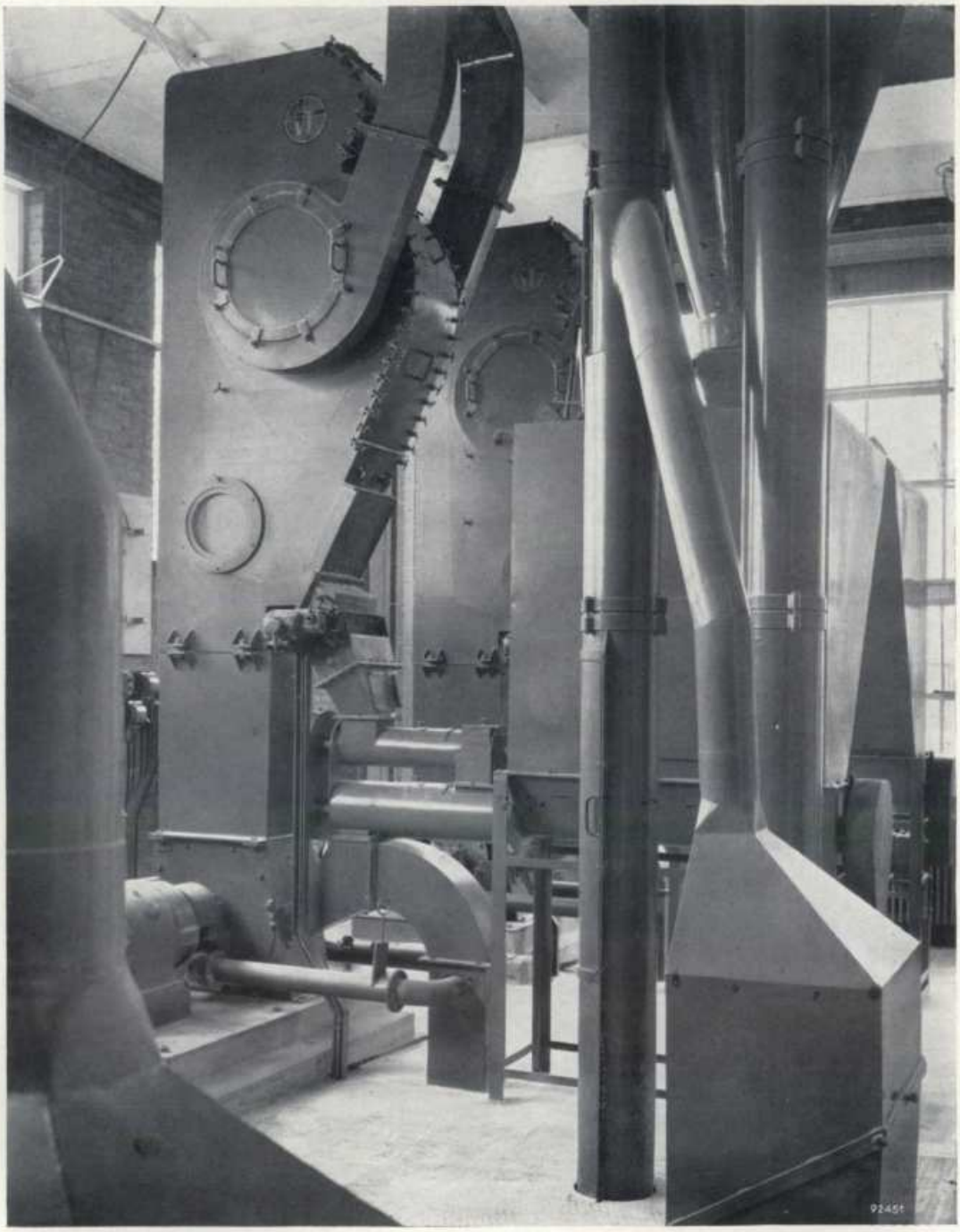


Fig. 3. Een van de maalinstallaties in de pesticidenfabriek van de N.V. Philips-Roxane te Amsterdam.

Als de actieve stof min of meer vloeibaar is (nicotine, parathion, malathion, toxafeen, enz.), moet hij veelal op de draagstof worden aangebracht door verstuiven (zo nodig, na te zijn verdund met

de maal- of de verstuiftechniek is bereid, moet zijn oorspronkelijke consistentie behouden. Het moet dus vrij zijn van aggregatie gedurende transport en opslag, waarbij het kan blootstaan aan druk en hoge

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

temperatuur. Bij preparaten met gering gehalte aan actieve stof levert dit meestal geen moeilijkheden op. Talrijk zijn echter de problemen bij voormengsels met 80% of meer aan actieve stof. Heeft deze een vrij hoge dampspanning (HCH, lindaan), dan gaat het preparaat bij verhoogde temperatuur sterk agglomereren tot kluiten. Hulpstoffen kunnen nodig zijn om dit tegen te gaan.

Naar gelang van de te behandelen planten, gebruikt men zware of lichte stuifpoeders: zware voor lage landbouwgewassen, lichte voor bomen.

De belangrijkste draagstoffen zijn: magnesium- en aluminiumsilicaat (talk, kaolien), carbonaten (dolomiet, krijt), siliciumdioxydehoudende materialen (diatomeeënaarde), gips, zwavel; verder ook, in landen waar zij goedkoop te krijgen zijn, organische stoffen zoals tarwemeel, walnotenmeel, houtmeel en tabakstof. Sommige draagstoffen zijn zelf dodelijk voor insekten, hetzij door onttrekking van water, hetzij door schurende werking zoals van ruw kiezelzuur, dat de cuticula beschadigt. In de inleiding hebben wij echter al opgemerkt dat een schurende werking nadelig is, zowel voor de plant als voor de verstuifapparatuur.

Daar vele pesticiden gevoelig zijn voor alkaliën, mag de draagstof niet alkalisch reageren. Ook al is deze neutraal, dan nog mag een verenigbaarheidsproef niet achterwege blijven, daar bepaalde verontreinigingen een katalytische ontleding van de werkzame stof veroorzaken.

Aërosols

Aërosols zijn systemen waarin de vaste of vloeibare actieve stof zeer fijn is verdeeld in een gasfaze (i.c. lucht) en daarin zweeft (micro-mist). Op den duur worden de deeltjes door opnemen van vocht of door onderlinge aggregatie groter. Er gaat sedimentatie optreden, zodat de werkzame stof gelegenheid krijgt zich af te zetten op het te beschermen gewas. De actieve stof kan werken als ademhalingsvergif of als contactvergif. Als ademhalingsvergif werkt hij optimaal zolang hij nog zweeft. De contactwerking is alleen bevredigend als de partikeltjes niet te klein zijn en indien de insekten zeer beweeglijk zijn, zoals vliegen, die gedurende hun vlucht vrij veel gifstof kunnen opnemen en vooral ten gevolge van contactwerking te gronde gaan.

Zoals boven al werd medegedeeld, zijn aërosols in de handel als rookmiddelen, als vloeibare vernevelingspreparaten en als dampmiddelen.

Rookmiddelen

Rookmiddelen zijn preparaten waarin de werkzame stof is gemengd met een oxydatiemiddel en met een (meestal organische) draagstof. Na te zijn aangestoken, ontwikkelt het mengsel een grote hoeveelheid rook (*fig. 4*), bestaande uit de actieve stof en uit reactieprodukten zoals waterdamp en kooldioxyde. Rookmiddelen zijn alleen doeltreffend in afgesloten ruimten (kassen).

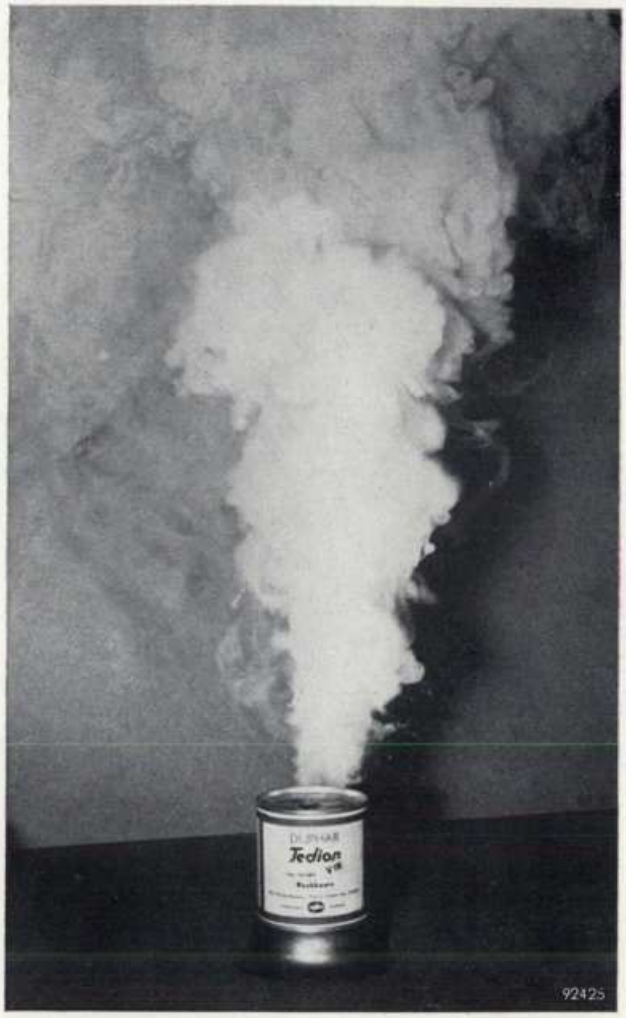


Fig. 4. Rook, ontwikkeld door een zg. rookkaars.

Het bereiden van rookmiddelen is niet geheel ongevaarlijk, daar er sterk oxyderende stoffen zoals ammoniumnitraat, chloraten, perchloraten of bichromaten bij te pas komen. Onderlinge verenigbaarheid van alle componenten is hier wel een eerste vereiste, als men plotselinge ongewenste reacties wil vermijden. Behalve een juiste keuze van het oxydatiemiddel is ook van belang het vermijden van een te hoge verbrandingstemperatuur, omdat anders een groot deel van de actieve stof door verbranding verloren zou gaan. Bij DDT en lindaan b.v. bedraagt dit verlies in gunstige gevallen nog 20 tot 30%.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Preparaten voor vloeistofverneveling

Door een vloeistof bij een voldoend hoge druk en temperatuur te verstuiven, verkrijgt men een nevel die uit zo fijne druppeltjes bestaat dat deze langdurig in de lucht blijven zweven. Ook deze methode wordt toegepast voor het verspreiden van pesticiden. Als vernevelingsvloeistof dient daarbij een oplossing van een actieve stof in een organisch oplosmiddel. Al naar de grootte van de druppeltjes ontstaat een blauwe (zeer fijne) of een witte (grovere) „rook". Het vernevelen geschiedt de laatste jaren vaak met behulp van toestellen van eenvoudige constructie, die met stoom werken. Voor het bestrijden van schadelijke insekten in dicht opeenstaande gewassen of in bossen kan het vernevelen doeltreffend gebeuren vanuit vliegtuigen. Een bezwaar is echter dat daarbij dikwijls ook veel schade wordt gedaan aan vogels en aan nuttige insekten, zoals bijen. Het succes van de methode hangt overigens sterk af van de wind.

Aan het oplosmiddel moet men de eis stellen dat het een groot soortelijk gewicht heeft (om het sedimenteren niet al te langzaam te doen gaan), dat het weinig brandbaar is en, daar de nevel vrij veel oplosmiddel bevat, ook weinig fytotoxisch.

Dampmiddelen

Dampmiddelen zijn preparaten die een actieve stof met hoge dampspanning bevatten, zodat deze stof zich al bij betrekkelijk lage temperaturen door verdamping verspreidt. Men stelt zich voor dat de dampmoleculen zich weer tot een nevel verdichten; daarom worden de dampmiddelen in de regel tot de aërosols gerekend. Formulering is slechts nodig indien de stof voor normaal gebruik te vluchtig of niet vluchtig genoeg is; door middel van geschikte toevoegingen kan namelijk de juiste verdampingssnelheid worden verkregen.

Een bekend dampmiddel voor huiselijk gebruik is paradichloorbenzeen, ter bestrijding van motten in klerenkasten. Evenals orthodichloorbenzeen kan deze stof ook dienst doen als grondontsmettingsmiddel ter verdelging van termieten. Belangrijker toepassing heeft het zg. „DD-mengsel" gevonden, een mengsel van dichloorpropaan en dichloorpropyleen. Dit is een vloeistof met een kookpunt van ca. 100 °C; de sterk penetrerende damp is vooral *in* de grond werkzaam.

Slotwoord

De steeds hoger wordende kwaliteitseisen waaraan fytofarmaceutische preparaten moeten voldoen, vergen een voortdurende werkzaamheid inzake de formulering. Tot de fundamentele problemen waarmee het formuleringslaboratorium van Philips-Roxane zich bezighoudt, behoren de flocculatieverschijnselen alsmede de stabilisering van preparaten bij hoge temperatuur; deze problemen moeten voor elke stof afzonderlijk tot een oplossing worden gebracht.

Bij deze fysisch-chemische kwesties mogen uiteraard de biologische eigenschappen niet uit het oog worden verloren. Vooral bij de in het eigen bedrijf gevonden pesticiden wordt zeer veel aandacht besteed aan het vinden van formuleringen voor het verkrijgen van de optimale biologische activiteit.

Er zijn aanwijzingen dat vooral door de juiste keuze van hulpstoffen, zoals draagstoffen en oppervlakteactieve middelen, een zeer belangrijke opvoering van de biologische activiteit mogelijk is. Het is derhalve niet voldoende, een te ontwikkelen preparaat alleen met fysisch-chemische methodieken te beproeven; pas nadat een uitgebreid biologisch laboratorium- èn veldonderzoek heeft plaatsgehad, met resultaten in overeenstemming met de fysisch-chemische kwaliteiten, kan de ontwikkeling van een preparaat als afgesloten worden beschouwd. Het zoeken naar selectieve, in het bijzonder emfytische, middelen zal de formulering van fytofarmaceutische preparaten nog ingewikkelder maken en alleen door nauwe samenwerking van chemici en biologen tot goede resultaten kunnen leiden.

Samenvatting. De bestrijding van schadelijke insekten, spintmijten, schimmels en onkruiden is in hoofdzaak aangewezen op chemische middelen: insekticiden, acariciden, fungiciden en herbiciden — samengevat onder de naam pesticiden. Een fytofarmaceutisch preparaat bestaat uit een pesticide en verschillende hulpstoffen (draagstof, bevochtiger, hechtmiddel, emulgator, stabilisator, enz.). De samenstelling van deze preparaten („formulering" van het pesticide) is uiterst belangrijk. Al naar de wijze waarop het preparaat wordt gebruikt, onderscheidt men sproeimiddelen, stuifpoeders en aërosols. De sproeimiddelen worden onderverdeeld in oplossingen, emulsies (stamemulsies en mengbare oliën), gesolubiliseerde oplossingen en suspensies, de aërosols in rookmiddelen, preparaten voor vloeistofverneveling en dampmiddelen. De optimale grootte van de deeltjes der werkzame stof, chemische verenigbaarheid der bestanddelen van een preparaat, fytotoxiciteit, kluitvorming van poedervormige preparaten, flocculatie van suspensies, het „breken" van emulsies, invloed van temperatuurwisselingen en van de emballage zijn enige van de in dit artikel aangeroerde kwesties waarmee de „formuleringschemicus" zich bezighoudt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLIKATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publikaties, voor zover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van Philips' Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, op aanvrage overdrukken.

2420: K. Compaan en Y. Haven: Correlation factors for diffusion in solids (Trans. Faraday Soc. **52**, 786-801, 1956, no. 6).

De zg. relatie van Einstein, $D = BkT/e$, die voor elektrisch geladen deeltjes een verband legt tussen de diffusieconstante D en de beweeglijkheid B in een elektrisch veld (k = constante van Boltzmann, T = absolute temperatuur, e = lading van het deeltje), kan niet zonder meer worden gebruikt als het diffusie van radioactieve indicatoren („tracers") in vaste stoffen betreft waarin de diffusie via vacatures geschiedt. In dit geval zijn de opeenvolgende sprongen van de deeltjes namelijk gecorreleerd, zelfs als de sprongen der vacatures zelf geen correlatie vertonen. Aan de relatie van Einstein moet nu een correlatiefactor f worden toegevoegd die, onder voorwaarde dat het kristalrooster een zekere symmetrie bezit, de vorm heeft: $f = (1 + \overline{\cos \vartheta_{i,i+1}})/(1 - \overline{\cos \vartheta_{i,i+1}})$, waarin $\vartheta_{i,i+1}$ de hoek voorstelt tussen twee opeenvolgende sprongen van het beschouwde deeltje. De waarde van $\overline{\cos \vartheta_{i,i+1}}$ is, voor verscheidene soorten kristalroosters, bepaald door metingen aan een elektrisch weerstandsnetwerk, dat een elektrisch model van het onderzochte diffusieprobleem voorstelde. Andere gevallen, waarbij het rooster de vereiste symmetrie niet bezat, zijn volgens enigszins andere, maar toch analoge, methodes behandeld. De diffusie van tot paren verenigde deeltjes (halters) werd bestudeerd door het rooster te transformeren in een nieuw rooster, waarin deze paren als puntvormige deeltjes worden teruggevonden.

2421: C. M. van der Burgt: Les transducteurs piézomagnétiques à noyau massif de ferrite (Commun. Congrès international sur les traitements par les ultrasons, Marseille 23-28 mei 1955; verschenen in 1956).

Voorlopige mededeling over enkele der resultaten van een onderzoek aan ferroxcubemateriaal voor piëzomagnetische trillers. Een uitvoeriger verslag hierover is inmiddels verschenen in dit tijdschrift: Philips techn. T. **18**, 285-298, 1956 (no. 10).

2422: R. Vermeulen: Stereo reverberation (IRE Transactions on Audio, **AU-4**, 98-105, 1956, no. 4).

Overgenomen uit de Engelse editie van Philips techn. T. Zie voor de Nederlandse versie: Philips techn. T. **17**, 223-231, 1955.

2423: H. J. Oskam: High-frequency gas-discharge breakdown in neon-argon mixtures (J. appl. Phys. **27**, 848-853, 1956, no. 8).

De auteur beschrijft experimenten waarin, bij een zeer hoge frequentie (nl. 9500 MHz), de doorslagveldsterkte werd bepaald als functie van de druk voor neon dat enig argon bevatte. Het argonpercentage varieerde van 10^{-4}% tot 10%. Het gas bevond zich in een golfgeleider. Het argonpercentage bleek grote invloed te hebben op de doorslagveldsterkte; dit is dus hetzelfde als vroeger door F. M. Penning was gevonden voor gelijkspanningsontladingen in met argon verontreinigd neon. Een verschil is dat bij hoge frequenties één minimum optreedt als functie van de druk in plaats van de twee minima die bij gelijkspanningsontladingen werden geconstateerd. Dit verschil kan worden verklaard door het verschil in karakter in aanmerking te nemen dat bestaat tussen de energieoverdracht van het elektrische veld aan de elektronen bij een hoogfrequent veld en bij een constant veld. Het verband tussen de argonconcentratie en de doorslagveldsterkte wordt besproken. De invloed van de veldverdeling in de golfgeleider wordt onderzocht.

2424: W. L. Wanmaker: Contribution à la chimie des halophosphates de calcium (J. Phys. Radium **17**, 636-640, 1956, no. 8-9).

Beschrijving van een uitvoerig onderzoek naar de, veelal ongewenste, secundaire reacties die optreden bij de bereiding van met Sb^{3+}- resp. met Sb^{3+}- en Mn^{2+}-ionen geactiveerde calciumhalofosfaten, die voor luminescentie worden gebruikt. Deze secundaire reacties hebben de vorming van Sb^{5+}- of Mn^{3+}-ionen of van vrij Sb_2O_3 resp. Mn_3O_4 tot gevolg. Beide gevolgen leiden tot een vermindering van het quantumrendement van de luminescentie.

2425: J. L. Ouweltjes: Quelques considérations sur la transmission d'énergie dans les halophosphates (J. Phys. Radium **17**, 641-644, 1956, no. 8-9).

Het artikel geeft de resultaten van metingen betreffende het quantumrendement van met Sb of Mn geactiveerde halofosfaten (die als luminescerende stoffen toepassing vinden) en van de dovende

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

invloed („killer effect") van ijzer. De energie-uitwisseling tussen de ionen die optreden als activatoren, sensibilisatoren en als doofcentra, wordt besproken. Het is waarschijnlijk dat de dovende invloed van ijzer voor het grootste deel op directe absorptie berust.

2426: W. Ch. van Geel: Sur la luminescence de couches d'oxydes formées par oxydation électrolytique (J. Phys. Radium **17**, 714-717, 1956, no. 8-9).

Beschrijving van luminescentiemetingen aan oxydelaagjes gevormd door anodische oxydatie van verscheidene metalen (Al, Zr, Ta, Mg, W). Gedurende de vorming van zo'n laagje blijkt een sterke luminescentie op te treden, waarvan het karakter in hoge mate wordt beïnvloed door de onzuiverheden die in het metaal aanwezig zijn. Tussen de hoeveelheid uitgezonden licht L, de stroomsterkte I en de dikte van het laagje d, bestaat het verband $L = aI.(e^{bd} - 1)$, waarin a en b constanten zijn. Legt men een wisselspanning aan, dan treedt in iedere halve periode een lichtflits op.

2427: P. Zalm: Sur l'électroluminescence du sulfure de zinc (effet Destriau) (J. Phys. Radium **17**, 777-782, 1956, no. 8-9).

Voor het optreden van elektroluminescentie bij ZnS is het noodzakelijk dat de ZnS-kristalletjes in contact zijn met een elektrische geleider. Het contact zinksulfide-geleider kan aanleiding geven tot vorming van een gelijkrichtende potentiaalbarrière. In dit artikel wordt een experiment beschreven waaruit blijkt dat een dergelijke barrière inderdaad aanwezig is. Voor een vereenvoudigd model kan de potentiaalverdeling in een ZnS-kristalletje (gesuspendeerd in een isolerend medium) berekend worden. De invloed van de spanning V op de emittantie H wordt gegeven door de relatie $H = H_0 \exp(-bV^{-\frac{1}{2}})$. Aan de hand van het model kan worden aangetoond dat bij elektroluminescerende fosforen waarbij het excitatieproces tot ionisatie van de aanwezige activatoren leidt, zeer weinig licht zal worden geëmitteerd gedurende de excitatie, maar veel daarna. Dit wordt door experimenten bevestigd. Elektroluminescerende fosforen met activatoren van het karakteristieke type (d.w.z. waarbij de excitatie niet tot ionisatie leidt, b.v. ZnS, Mn) zullen daarentegen slechts gedurende het excitatieproces licht emitteren. Ook dit wordt door experimenten bevestigd. De verandering van de emittantie met de temperatuur wordt grotendeels bepaald door de temperatuurafhankelijkheid van de constante b in bovengenoemde relatie. Het gegeven model laat zien dat de aanwezigheid van vangcentra voor elektronen in het ZnS, de potentiaalverdeling in de kristalletjes kan beïnvloeden en hieruit kan de wijze waarop b en H afhangen van de temperatuur, worden verklaard. Zie ook Philips techn. T. **18**, 357-367, 1956 (no. 12).

2428: J. H. Stuy: Studies on the mechanism of radiation inactivation of micro-organisms, II. Photoreactivation of some bacilli and of the spores of two Bacillus cereus strains (Biochim. biophys. Acta **22**, 238-240, 1956, no. 2).

In een vroegere publikatie (zie deze overzichten no. **2274**) heeft de auteur gemeld dat vele door ultraviolette straling geïnactiveerde bacteriën van het geslacht Bacillus tot nieuw leven kunnen worden gewekt door bestraling met licht van zekere golflengten (zg. fotoheractivering). Om na te gaan of Bacillusstammen in het algemeen het verschijnsel der fotoheractivering vertonen, werden verschillende soorten onderzocht. Voor ca. de helft dezer soorten viel het onderzoek negatief uit; enkele vertoonden een geringe fotoheractivering, terwijl slechts bij enige stammen van Bacillus cereus het verschijnsel opvallend sterk was. De auteur komt tot de conclusie dat fotoheractivering niet algemeen voorkomt. De sporen van de bedoelde stammen van Bacillus cereus vertoonden geen fotoheractivering. Dat men dit niet kan toeschrijven aan de omstandigheid dat dergelijke sporen geen vrij water bevatten, kon worden afgeleid uit het feit dat gekiemde sporen — die wel vrij water bevatten — evenmin fotoheractivering vertoonden. Het kiemen der sporen geschiedde in een synthetisch medium, waarin het kiemproces na de eerste stap tot stilstand kwam. Bij deze stap neemt de spore een aanzienlijke hoeveelheid water op en scheidt vaste stoffen af.

R 314: H. de Lang: Compensation of aberrations caused by oblique plane-parallel plates. (Philips Res. Rep. **12**, 181-189, 1957, no. 3).

Bespreking van methodes voor de correctie van de afbeeldingsfouten (astigmatisme en coma) veroorzaakt door een planparallelle glasplaat, die scheef in een niet-parallelle lichtbundel is geplaatst. Astigmatisme kan worden vermeden door de plaat in geringe mate wigvormig te maken, of door de achterzijde een geringe sferische of cilindrische kromming te geven. Voor de praktijk verdient de eerstgenoemde methode de voorkeur, omdat hierbij geen cilindrische oppervlakken nodig zijn en omdat blijkt dat de wigvormige plaat bovendien automatisch vrijwel is gecorrigeerd voor coma. Om

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

ook correctie voor astigmatisme buiten de as te verkrijgen, moet nog worden voldaan aan de voorwaarde dat de afgeleide van het astigmatisme nul is in het meridionale vlak. Aangetoond wordt dat dit kan worden verwezenlijkt door een combinatie van wigvorm en kromming toe te passen.

R 315: H. G. van Bueren: Influence of lattice defects on the electrical properties of cold-worked metals (Philips Res. Rep. **12**, 190-239, 1957, no. 3).

Vervolg van **R 306**.

R 316: W. Ch. van Geel en B. J. J. Schelen: Some properties of oxide layers produced on aluminium by electrolytic oxidation (Philips Res. Rep. **12**, 240-248, 1957, no. 3).

Beschrijving van metingen van de dikte, de diëlektrische constante en de dichtheid van oxydelaagjes die door elektrolytische oxydatie van aluminium werden verkregen. Al naar, voorafgaande aan het elektrolytische proces, het normaal reeds aanwezige oxydehuidje wel of niet werd verwijderd (lange chemische weg), werden voor de laagdikte per volt aangelegde spanning verschillende waarden gevonden, nl. resp. 13,7 Å/volt of 12,7 Å/volt. Door het reinigingsproces wordt de oppervlakte van het metaal waarschijnlijk ca. 7% vergroot. Indien dit werkelijk het geval is, is 12,7 Å/volt vermoedelijk de betrouwbaarste van de genoemde twee waarden. Voor de dichtheid werd 3,1 g/cm^3, voor de relatieve diëlektrische constante 8,7 gevonden. Uit een röntgenografisch onderzoek bleek dat de oxydelaag amorf is als deze bij kamertemperatuur is gevormd, behalve wanneer men, alvorens elektrolytisch te oxyderen, het aluminium in water uitkookt, waarbij boehmiet ($Al_2O_3H_2O$) ontstaat. Dan vindt men in het elektrolytisch gevormde oxyde namelijk steeds wat γ'-Al_2O_3. Ook als men de oxydatie uitvoert bij 100 °C, vindt men zowel γ'-Al_2O_3 als amorf Al_2O_3.

R 317: J. L. H. Jonker: On the theory of secondary emission of metals (Philips Res. Rep. **12**, 249-258, 1957, no. 3).

De hoekverdeling van door secundaire emissie bij nikkel vrijkomende elektronen werd rechtstreeks gemeten in afhankelijkheid van de energie dezer secundaire elektronen. Voor alle energieën die klein zijn ten opzichte van de energie der primaire elektronen, blijkt de verdeling ongeveer een cosinuswet te volgen, ook als de energie groot is ten opzichte van die welke nodig is om de uittreepotentiaal te overwinnen. Aangetoond wordt dat dit slechts het geval kan zijn als een dergelijke verdeling reeds bestond voordat de elektronen uit het metaal treden. Door zekere onderstellingen te maken omtrent de processen die zich in het metaal afspelen, kan het optreden van de cosinusverdeling worden verklaard.

R 318: K. F. Niessen: On a higher approximation of the critical field strength for an antiferromagnetic (Philips Res. Rep. **12**, 259-269, 1957, no. 3).

Wordt een magneetveld aangelegd evenwijdig aan de voorkeursrichting voor de spins in een antiferromagnetisch kristal, dan springen, als de veldsterkte een zekere waarde, de zg. kritische waarde, heeft bereikt, de spins plotseling in zodanige posities dat een resulterende magnetisatie ontstaat die vrijwel loodrecht op het aangelegde veld is gericht. Yosida heeft voor deze kritische veldsterkte een formule gegeven. In het onderhavige artikel leidt de auteur een nauwkeuriger formule af. Ten eerste brengt hij in rekening dat de kristalanisotropieconstanten voor de twee deelroosters onderling verschillen, en ten tweede neemt hij in de reeksontwikkeling voor de kristalanisotropie een term meer mee. Ook het geval dat het aangelegde veld een kleine hoek maakt met de voorkeursrichting van de spins, wordt behandeld.

Verschenen is:

Industrial rectifying tubes, by members of Philips Electron Tube Division (boek XIII van de reeks over elektronenbuizen, Philips' Technische Bibliotheek, Meulenhoff & Co., Amsterdam 1957, X+ 116 blz., 100 figuren).

Bovengenoemd boek over gelijkrichtbuizen met gasvulling en oxydekatode behandelt niet alleen de buizen zelf, maar ook de voornaamste schakelingen waarin zij worden gebruikt. In het eerste hoofdstuk komen algemene eigenschappen van dit soort buizen ter sprake. Daarop volgen vier hoofdstukken over gelijkrichters voor resp. het laden van batterijen, industriële toepassingen, het voeden van cinemabooglampen en het booglassen. Vervolgens worden 18 buistypen afzonderlijk behandeld. Aan het slot vindt men een schema dat de keus van het juiste buistype voor een bepaald doel vergemakkelijkt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!